



# UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

*La Universidad Católica de Loja*

## ÁREA TÉCNICA

TITULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**“Diseño de un punto de información multimedia potenciado por energía solar en el Parque Recreacional Jipiro de la ciudad de Loja”**

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

**AUTOR:** Briceño Santin, Lilibeth de los Angeles  
Gálvez Romero, Javier Fernando

**DIRECTOR:** Jaramillo Pacheco, Jorge Luís, Ing.

LOJA – ECUADOR

2015

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN**

Ingeniero.

Jorge Luis Jaramillo Pacheco

**DOCENTE DE LA TITULACIÓN**

De mi consideración:

El presente trabajo de fin de titulación: “Diseño de un punto de información multimedia potenciado por energía solar para el Parque Recreacional Jipiro, de la ciudad de Loja” realizado por Briceño Santin Lilibeth de los Ángeles, Gálvez Romero Javier Fernando, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Abril del 2015

f) .....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Nosotros, Briceño Santin Lilibeth de los Ángeles, Gálvez Romero Javier Fernando, declaramos ser autores del presente trabajo de fin de Titulación: “Diseño de un punto de información multimedia potenciado por energía solar para el Parque Recreacional Jipiro, de la ciudad de Loja”, de la Titulación de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, siendo Jorge Luis Jaramillo Pacheco, Ing. Director del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaramos conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.....  
Briceño Santin Lilibeth de los Ángeles  
Cédula: 1105043630

f.....  
Gálvez Romero Javier Fernando  
Cédula: 1104447865

## DEDICATORIA

*A mis padres Marianita y Guido por ser personas esenciales en mi vida, por saberme guiar con sus consejos y apoyo incondicional, por su gran paciencia y amor conservado que siempre llevaré presente.*

*A mis hermanitas Dayana y Andy, quienes siempre han estado presentes con su afecto y cariño.*

*A mi prima Tatiana, quien considero de una manera especial una hermana, por ser mi ayuda ejemplo y aliento para que cumpla con este logro.*

*A mi familia en general, quienes con sus consejos constructivos supieron motivarme y ser partícipes en mi superación.*

*De una manera especial a mi hija, mi pequeño ángel que llegó a mi vida a ser el motor de inspiración para culminar esta etapa final de mi formación profesional.*

*Lilibeth*

*A mi padre que con su esfuerzo diario de sacarnos adelante, supo darme el apoyo necesario para cumplir con esta meta.*

*A mi madre que con sus consejos, y palabras de aliento me dio la fuerza para continuar y poderme levantar de las caídas.*

*A mis hermanos, Carlos y Daniel, que siempre estuvieron ahí escuchándome y brindándome su apoyo incondicional.*

*A mi abuelita Maruja, que desde el cielo sé que está regocijando de alegría.*

*A mis abuelitos, que han sabido utilizar sus palabras, para guiarme y encaminarme por el sendero del bien.*

*A mis tíos, primos que como familia han sido un eje fundamental para terminar esta primera construcción.*

*Javier*

## AGRADECIMIENTO

*A Jehová Dios, por darme la vida y permitirme tener presentes sus principios y enseñanzas que fueron el soporte diario para cada paso y esfuerzo en el proceso de mi formación profesional.*

*Al director de nuestro proyecto de fin de titulación, el Ing. Jorge Luis Jaramillo quien con su conocimiento, paciencia, esfuerzo y dedicación, nos orientó durante el proceso y desarrollo final del presente trabajo.*

*A los Ingenieros de la titulación de Electrónica y Telecomunicaciones que nos impartieron su enseñanza por medio de sus conocimientos y experiencias durante el transcurso de mi formación profesional.*

*A mis compañeros, quienes fueron mi gran apoyo, compartiendo experiencias que hicieron a diario un mejor aprendizaje para mi vida y con ello el regalo de una gran amistad.*

*A la Universidad Técnica Particular de Loja por permitirme ser parte de ella formándome profesionalmente en mi hermosa carrera.*

*Lilibeth*

*Al director de nuestro proyecto Ing. Jorge Jaramillo por habernos guiado, corregido y aprobado en cada uno de los momentos que se suscitaron para la culminación de este objetivo.*

*A los Docentes de la titulación, quienes supieron compartir sus conocimientos y brindarnos las guías necesarias cuando el momento lo solicito.*

*A mis compañeros, con quienes compartimos momentos difíciles y fáciles a lo largo de la carrera, amanecidas, quemadas, disgustos, pero siempre compartiendo de una buena amistad y apoyo incondicional.*

*A nuestra querida universidad, que a lo largo de esta carrera, me acogió en su seno y supo brindarme las herramientas necesarias para el cumplimiento de nuestros objetivos.*

*Javier*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN .....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABLAS .....	x
RESUMEN EJECUTIVO .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 1 .....	4
APROVECHAMIENTO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN EL PARQUE RECREACIONAL JIPIRO DE LA CIUDAD DE LOJA: CARACTERIZACIÓN DEL PARQUE E IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE FUENTES APROVECHABLES DE ENERGÍA.....	4
1.1.    Introducción.....	5
1.2.    Metodología propuesta para atender el periodo del GADM de Loja.....	5
CAPÍTULO 2 .....	8
CARACTERIZACIÓN DEL PARQUE E IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE FUENTES APROVECHABLES DE ENERGÍA .....	8
2.1.    Un poco de historia.....	9
2.2.    Zonificación del Parque Recreacional Jipiro.....	9
2.3.    Sobre el Proyecto de las culturas.....	11
2.3.1.    Las culturas europeas, asiáticas y africanas.....	11
2.3.2.    Las culturas Americanas.....	12
2.4.    Sobre el complejo deportivo.....	12
2.5.    Otras Facilidades del PRJ.....	12
2.6.    Identificación preliminar de las fuentes renovables de energía aprovechables en el territorio del PRJ.....	13
CAPÍTULO 3 .....	14

EVALUACIÓN DE LA POTENCIALIDAD DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR EN EL PARQUE RECREACIONAL JIPIRO.....	14
3.1.    Introducción.....	15
3.2.    Evaluación de la potencialidad de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía.....	15
3.3.    Potencialidades de aprovechamiento de Energía solar.....	15
CAPÍTULO 4 .....	19
REVISION DEL ESTADO DEL ARTE SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN PARQUES Y ESPACIOS PÚBLICOS.....	19
4.1.    Introducción.....	20
4.2.    Revisión del estado del arte .....	20
4.2.1.    Generalidades .....	20
4.2.2.    Aprovechamiento de energía fotovoltaica en parques a nivel mundial.....	21
4.2.3.    Sobre el aprovechamiento de energía fotovoltaica en espacios públicos a nivel nacional.....	25
4.3.    A manera de propuesta para el aprovechamiento de energía fotovoltaica en el PRJ... 25	
CAPÍTULO 5 .....	27
DISEÑO DE UN PUNTO DE INFORMACION MULTIMEDIA POTENCIADO POR ENERGÍA SOLAR EN EL PARQUE RECREACIONAL JIPIRO DE LA CIUDAD DE LOJA .....	27
5.1.    Introducción.....	28
5.2.    Diseño del punto informativo multimedia.....	28
5.2.1.    Metodología de trabajo.....	28
5.2.2.    Conceptualización.....	28
5.2.3.    Diseño básico.....	30
5.2.4.    Diseño estructural del PIM.....	32
5.2.5.    Diseño del componente fotovoltaico del sistema hibrido de provisión de energía al PIM.....	35
5.2.5.1.    Aproximación de la demanda de energía.....	35
5.2.5.2.    Dimensionamiento del bloque de almacenamiento.....	36
5.2.5.3.    Dimensionamiento del bloque de fotovoltaico.....	39
5.2.5.4.    Presupuesto de inversión.....	41
CONCLUSIONES.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44

ANEXOS .....	47
I. INTRODUCCIÓN.....	48
II. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA, POTENCIALMENTE APROVECHABLES EN EL PRJ .....	48
III. CARACTERIZACIÓN DEL PARQUE E IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE FUENTES APROVECHABLES DE ENERGÍA .....	49
IV. EVALUACIÓN DE LA POTENCIALIDAD DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR EN EL PRJ.. .....	49
V. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE SOBRE EL APROVECHAMIENTO ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN ESPACIOS PÚBLICOS. ....	51
VI. DISEÑO DE UN PUNTO DE INFORMACIÓN MULTIMEDIA POTENCIADO POR ENERGÍA SOLAR PARA EL PRJ, DE LA CIUDAD DE LOJA .....	53
VII. CONCLUSIONES .....	61
VIII. REFERENCIAS .....	61

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Metodología de trabajo de la mesa conformada.....	6
Figura 2.1. Zonificación del PRJ. ....	10
Figura 3.1. Mapa de zonificación del nivel de radiación solar en el PRJ. ....	16
Figura 3.2. Panorámica de la pista de bicicletas, clasificada como zona de alta radiación.....	16
Figura 3.3. Panorámica de los senderos a lo largo del río Zamora, área clasificada como zona de media radiación.....	17
Figura 3.4. Panorámica de los senderos al interior del parque, área clasificada como zona de baja radiación.....	17
Figura 3.5. Propuesta para aprovechamiento de energía solar en el PRJ. Diseño del grupo de trabajo. ....	18
Figura 4.1. Panorámica de un sendero para bicicletas de la iniciativa “solar road”. ..	21
Figura 4.2. Panorámica del “árbol negro” instalado en el parque Tasmajdad de Belgrado, Serbia. ....	22
Figura 4.3. Panorámica de una cancha de futbol con iluminación LED potenciada por módulos solares en Teolochocho, México.....	22
Figura 4.4. Panorámica del sistema fotovoltaico que alimenta el segmento imagination zone del parque temático Legoland, Estados Unidos.....	23
Figura 4.5. Sistema de video vigilancia inalámbrica energizada con paneles solares, Chile.....	23
Figura 4.6. Panorámica de un paraguas solar, China.....	24
Figura 4.7. Marquesina publicitaria alimentada con energía solar, Reino Unido.....	24
Figura 4.8. Vista panorámica frontal del punto de información multimedia potenciado por energía solar, propuesto para el uso en el PRJ. ....	25
Figura 5.1. Metodología aplicada para el diseño del punto de información multimedia del PRJ. ....	29
Figura 5.2. Panorámica del PIM propuesto para el PRJ.....	29
Figura 5.3. Detalle del sector de atención personalizada del PIM propuesto para el PRJ. ....	30
Figura 5.4. Detalle del sector de publicidad del PIM propuesto para el PRJ.....	31
Figura 5.5. Geometría general del PIM propuesto para el PRJ.....	31
Figura 5.6. Ubicación de módulos fotovoltaicos sobre la marquesina del PIM. ....	32
Figura 5.7. Ubicación de la caja de equipos respecto al PIM. ....	32
Figura 5.8. Detalle de la caja de equipos. ....	33
Figura 5.9 . Ubicación del relé de 3 estados y de la caja de distribución respecto al PIM.....	33
Figura 5.10. Diseño mecánico del PIM. ....	34

Figura 5.11. Diagrama de bloques del sistema híbrido de provisión de energía al PIM.....	35
Figura 5.12. Diagrama unifilar de conexiones del bloque de alimentación.....	42

## LISTA DE TABLAS

Tabla 4.1. Algunas de las aplicaciones que se pueden implementar con energía solar. ....	20
Tabla 4.2. Presupuesto estimado para la implementación de un punto de información multimedia potenciado por energía solar en el PRJ. ....	26
Tabla 5.1. Materiales propuestos para la construcción del PIM. ....	34
Tabla 5.2. Especificaciones técnicas de las pantallas LED Full HD Monitor. ....	36
Tabla 5.3. Especificaciones técnicas de los altavoces LG. ....	36
Tabla 5.4. Demanda de energía de las cargas a instalar en el PIM. ....	36
Tabla 5.5. Especificaciones técnicas del regulador PHOCOS MPS serie 45-80. ....	37
Tabla 5.6. Especificaciones técnicas de la batería PLENERGY 300 Ah. ....	38
Tabla 5.7 Especificaciones técnicas del inversor AJ 2400 – 24. ....	39
Tabla 5.8. Especificaciones técnicas del conmutador magnético. ....	39
Tabla 5.9. Especificaciones técnicas de los módulos Fotovoltaicos SIMAX 230W 30V. ....	40
Tabla 5.10. Presupuesto de inversión del punto de información multimedia turístico .....	41

## RESUMEN EJECUTIVO

En este trabajo se describe los resultados obtenidos al diseñar un punto de Información multimedia potenciado por un sistema híbrido de energía solar – red pública, para ser utilizado con propósitos múltiples en el Parque Recreacional Jipiro, de la ciudad de Loja. A partir de la caracterización del parque, se identifican las fuentes renovables de energía disponibles en él. Establecida la disponibilidad de energía solar, se revisa el estado del arte en el aprovechamiento de energía solar en espacios públicos, y, finalmente se diseña un punto de información multimedia.

**PALABRAS CLAVES:** energía, energía renovable, energía solar, aprovechamiento de energía solar, aprovechamiento de energía solar en parques y espacios públicos,

## ABSTRACT

On this document, are described the obtained results after designed a multimedia information point, that works by an hybrid system of solar energy- public net, to be used on multiples purposes in 'Jipiro' recreational park in Loja city. Starting in the park characterization, it's possible to identify the renewable energy sources available in the park. Established the available of solar energy, the state of art in solar energy use in public places is studied. Finally, a multimedia information point is designed.

**KEYWORDS:** energy, renewable energy, solar energy, solar energy use, solar energy use in parks and public places.

## INTRODUCCIÓN

En el mes de septiembre del 2014, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) de Loja solicitó a la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), el apoyo técnico en una serie de iniciativas de desarrollo local.

En el grupo de actividades priorizadas se incluyó la conformación de una mesa de trabajo alrededor del aprovechamiento de energía de fuentes renovables en el Parque Recreacional Jipiro (PRJ), ubicado al centro norte de la ciudad.

La mesa de trabajo se integró con profesionales en formación de la titulación de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, entre quienes se dividió los esfuerzos por identificar fuentes renovables de energía existentes en el parque, y, la elaboración de propuestas para su aprovechamiento.

En este documento, en cinco capítulos, se describe los resultados obtenidos al diseñar un punto de información multimedia para el aprovechamiento de energía solar en el parque. En el primer capítulo se describe la metodología propuesta para identificar las fuentes renovables de energía, potencialmente aprovechables en el PRJ.

En el segundo capítulo se explica la caracterización del parque, y, se identifica de forma preliminar las fuentes aprovechables de energía.

En el tercer capítulo se evalúa la potencialidad de aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica en el PRJ.

En el cuarto capítulo se describe el estado del arte sobre el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica en parques y espacios públicos.

Y, finalmente, en el quinto capítulo se diseñó un punto de información multimedia potenciado por paneles solares en el PRJ.

## **CAPÍTULO 1**

### **APROVECHAMIENTO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN EL PARQUE RECREACIONAL JIPIRO DE LA CIUDAD DE LOJA: CARACTERIZACIÓN DEL PARQUE E IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE FUENTES APROVECHABLES DE ENERGÍA.**

## **1.1. Introducción.**

En el mes de septiembre de 2014, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) de Loja solicitó a la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), el apoyo técnico en una serie de iniciativas de desarrollo local. En el grupo de actividades priorizadas se incluyó la conformación de una mesa de trabajo alrededor del aprovechamiento de energía de fuentes renovables en el Parque Recreacional Jipiro (PRJ), ubicado al centro norte de la ciudad.

En el grupo de actividades priorizadas se incluyó la conformación de una mesa de trabajo alrededor del aprovechamiento de energía de fuentes renovables en el Parque Recreacional Jipiro (PRJ), ubicado al centro norte de la ciudad.

En este documento se describe los resultados obtenidos en las etapas de evaluación del estado del arte del aprovechamiento de energía solar en parques y espacios públicos, y, en la de diseño de un punto de información multimedia para ser utilizado en el PRJ.

## **1.2. Metodología propuesta para atender el periodo del GADM de Loja.**

Aceptado el pedido del GADM de Loja, en la UTPL se decidió conformar mesas de trabajo, integradas por delegados de la universidad y del GADM.

En relación al aprovechamiento de fuentes renovables de energía en el PRJ, se encargó a la Sección de Telecomunicaciones y Electrónica (STE) del Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica (DCCE) la coordinación de la mesa de trabajo, invitándose también a investigadores del Departamento de Arquitectura y Artes (DAA). En el GADM de Loja, la representación se asignó a la Dirección de Electrónica y Telecomunicaciones. Conformada la mesa de trabajo, se diseñó y aprobó una aproximación metodológica para responder a los requerimientos planteados (ver Fig. 1.1).

La etapa de caracterización del parque e identificación de fuentes renovables de energía, se propuso para actualizar la información disponible sobre el PRJ, y, en base a la observación directa en el territorio, identificar las fuentes renovables de energía potencialmente aprovechables para potenciar procesos actuales o por implementar en el parque.

Con la intención de optimizar los recursos disponibles, se decidió plantear una etapa de revisión bibliográfica del estado del arte en el aprovechamiento de energía de fuentes renovables en espacios públicos, que permita identificar las mejores prácticas en funcionamiento en espacios similares.

Culminadas las 2 primeras etapas, los resultados obtenidos serán socializados con los delegados del GADM, a fin de obtener una priorización desde la perspectiva municipal. Las propuestas priorizadas pasarán a una etapa de ingeniería de detalle, cuyo resultado será la elaboración de esquemas mecánicos, electrónicos, eléctricos, de obra civil, entre otros.



Figura 0.1. Metodología de trabajo de la mesa conformada.

Fuente: Diseño de autores.

En función de la disponibilidad de recursos para financiar las obras requeridas, se aperturarán las etapas de implementación y gestión.

Para la ejecución de las etapas metodológicas propuestas, en UTPL se conformó un equipo de trabajo integrado por 10 estudiantes de la titulación de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones (IET), que aceptaron apoyar en la iniciativa como parte de su trabajo de fin de titulación. La subdivisión de este equipo de trabajo, permitirá profundizar en el análisis de las diversas formas de energía renovable existentes en el parque.

**CAPÍTULO 2**  
**CARACTERIZACIÓN DEL PARQUE E IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE**  
**FUENTES APROVECHABLES DE ENERGÍA**

## **2.1. Un poco de historia.**

El PRJ se ubica en el barrio del mismo nombre, al norte de la ciudad de Loja (Ecuador), y, posee una extensión de 10 Ha, donadas a la ciudad de Loja por el filántropo Daniel Álvarez Burneo.

En la década de los años sesenta del siglo pasado, el entonces Alcalde la ciudad, Dr. Vicente Burneo, abrió la posibilidad de que la propiedad se destine a la construcción de un espacio de recreación y entretenimiento.

En la década de los ochenta, se realizó la primera intervención planificada para la dotación de la infraestructura física necesaria, bajo el motivo de la interculturalidad. En esta etapa, la laguna existente fue conectada mediante un canal con la quebrada de Jipiro.

Oficialmente, el PRJ nació en 1988 durante la alcaldía del Dr. José Bolívar Castillo. Se desarrolló el concepto de parque temático, edificando infraestructura recreacional, educacional y/o administrativa que reproduzca la arquitectura representativa de algunos países y regiones. En el territorio del PRJ, a través de un recorrido lúdico que conjuga arquitectura y esparcimiento, la ciudadanía se acerca al conocimiento de los núcleos culturales más destacados en el mundo.

## **2.2. Zonificación del Parque Recreacional Jipiro.**

Existen 2 zonas claramente definidas, separadas por el río Zamora, y articuladas a través de un nodo comunicador en forma de un puente peatonal (ver Fig. 2.1). En estas zonas coexisten los monumentos temáticos (proyecto de las culturas), y, los espacios recreativos y de competencia deportiva. El flujo de visitantes en las zonas se dirige a través de senderos, con la respectiva señalética y equipados con mobiliario urbano.

El acceso al PRJ se realiza desde las 3 vías que circunvalan el territorio (Av. Salvador Bustamante Celi, Av. Velasco Ibarra y Pasaje "H").

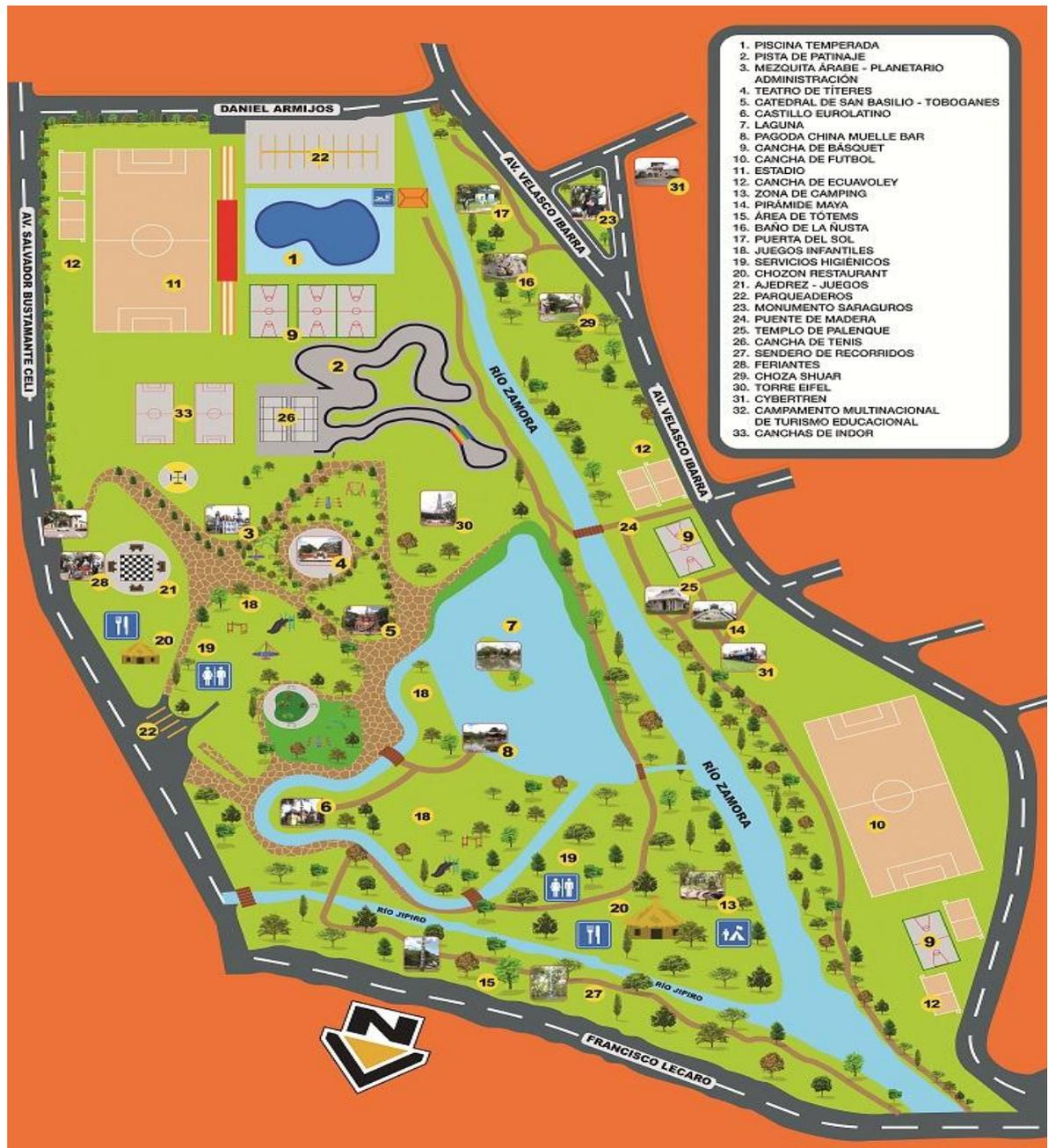


Figura 0.1. Zonificación del PRJ.

Fuente: Diseño de autores.

### **2.3. Sobre el Proyecto de las culturas.**

El proyecto de las culturas se desarrolla en dos sectores del PRJ, separados por el río Zamora. La parte oriental, con una mayor extensión de terreno, se refiere a las culturas de Europa, Asia y África, mientras que la occidental está dedicada a las culturas de América.

#### **2.3.1. Las culturas europeas, asiáticas y africanas.**

La Catedral de San Basilio, templo ortodoxo localizado en la Plaza Roja de la ciudad de Moscú, en la Federación de Rusia, es famosa por sus cúpulas en forma de cebolla. La reproducción existente en el PRJ, posee resbaladeras que descienden de las torres y las cúpulas, y, se destina para entretenimiento. Dentro del proyecto de las culturas se considera el monumento representativo del arte de los pueblos eslavos [1].

Junto a la laguna se sitúa la reproducción de una pagoda china, edificio de varios niveles, común en varios países asiáticos, construido con fines religiosos (especialmente en la fe budista). La réplica se conoce como muelle bar, y, en ella se ofrece comida típica y comida rápida. En el proyecto de las culturas se considera el monumento representativo del arte de los pueblos orientales [1].

En la reproducción de una mezquita árabe (dedicada al culto islámico), funcionan las oficinas administrativas del PRJ, y, un planetario y un telescopio. Se considera el monumento representativo de los pueblos de Asia media [1].

Hacia el centro del PRJ se ubica un escenario para representaciones artísticas y de teatro, que reproduce un templo indomaláico, propio de la cultura india, tailandesa, y, malaya [1].

A orillas del río Jipiro, se levante una réplica de un castillo eurolatino, como aquellos construidos en Europa, entre los siglos V y XV, en la época medieval. En esta edificación opera una videoteca, una biblioteca, y, una computeca [1].

Los chozones de estilo bantú, reflejan las características propias de los pueblos del Sahara africano, y, en el PRJ sirven para el expendio de comidas típicas de la región de Loja [1].

Una réplica de la torre Eiffel, símbolo de París (edificada para la Exposición Mundial de 1889) cobija un mesa de ping pong al aire libre.

### **2.3.2. Las culturas Americanas.**

La réplica del Templo de las Monjas de Yucatán, uno de los más bellos y mejor conservados de la cultura Maya, sirve como mirador de los sectores aledaños, y tiene un sistema de resbaladeras para el entretenimiento de los niños.

Además se destaca la presencia de réplicas del Inti-Punku (Tiahuanaco, Bolivia), de un kiosko maya, de la Pirámide de Kukulman, del monumento a la cultura saragura, una choza shuar, entre otros.

### **2.4. Sobre el complejo deportivo.**

La infraestructura recreativa y de competencia deportiva existente en el PRJ, lo convierte en el complejo deportivo más importante de la ciudad.

En el territorio del PRJ existen 2 cancha de fútbol, 5 canchas de básquet, 8 canchas de ecuavolley, 3 canchas de tenis, 2 canchas de indorfutbol, 1 piscina temperada con cubierta telescópica móvil, 1 pista de bicicletas, y, 1 ciclo vía.

### **2.5. Otras Facilidades del PRJ.**

En el territorio del PRJ existen diversos espacios dedicados a la recreación: juegos infantiles, juego de ajedrez, réplica de una locomotora a vapor, laguna y recorrido acuático, área de camping, y, minizoológico.

Entre los servicios que ofrece el PRJ se cuentan 2 plazas de estacionamientos (una para el área recreativa y otro para la zona deportiva), baterías sanitarias, y, senderos.

## **2.6. Identificación preliminar de las fuentes renovables de energía aprovechables en el territorio del PRJ.**

La observación in situ del territorio del PRJ, y, la consideración del desarrollo prospectivo que la administración del GADM desea construir en el parque, permitió identificar al menos 3 fuentes renovables de energía: solar, humana, y, biomasa.

**CAPÍTULO 3**  
**EVALUACIÓN DE LA POTENCIALIDAD DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA**  
**SOLAR EN EL PARQUE RECREACIONAL JIPIRO.**

### **3.1. Introducción.**

En el mes de septiembre de 2014, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) de Loja solicitó a la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), el apoyo técnico en una serie de iniciativas de desarrollo local. En el grupo de actividades priorizadas se incluyó la conformación de una mesa de trabajo alrededor del aprovechamiento de energía de fuentes renovables en el Parque Recreacional Jipiro (PRJ), ubicado al centro norte de la ciudad.

Establecida la metodología para el abordaje del problema, se describió el marco conceptual que rige la construcción y desarrollo del parque, y, se identificó las fuentes renovables de energía potencialmente aprovechables para potenciar los diferentes procesos propios del parque. En este documento se describe los resultados obtenidos en la etapa de evaluación de la potencialidad de aprovechamiento de biomasa en el PRJ.

### **3.2. Evaluación de la potencialidad de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía.**

La visita in situ al PRJ, y, la consideración del desarrollo prospectivo que la administración del GADM desea dar al parque, permitió identificar al menos 3 fuentes renovables de energía en su territorio: solar, humana, y, biomasa.

### **3.3. Potencialidades de aprovechamiento de Energía solar**

Debido a las limitaciones existentes en los plazos de ejecución del proyecto, se decidió realizar una zonificación preliminar de niveles de radiación (ver Figura 3.1). La observación in situ se realizó durante 3 días consecutivos del mes de septiembre de 2014, entre las 9h00 y las 18h00.

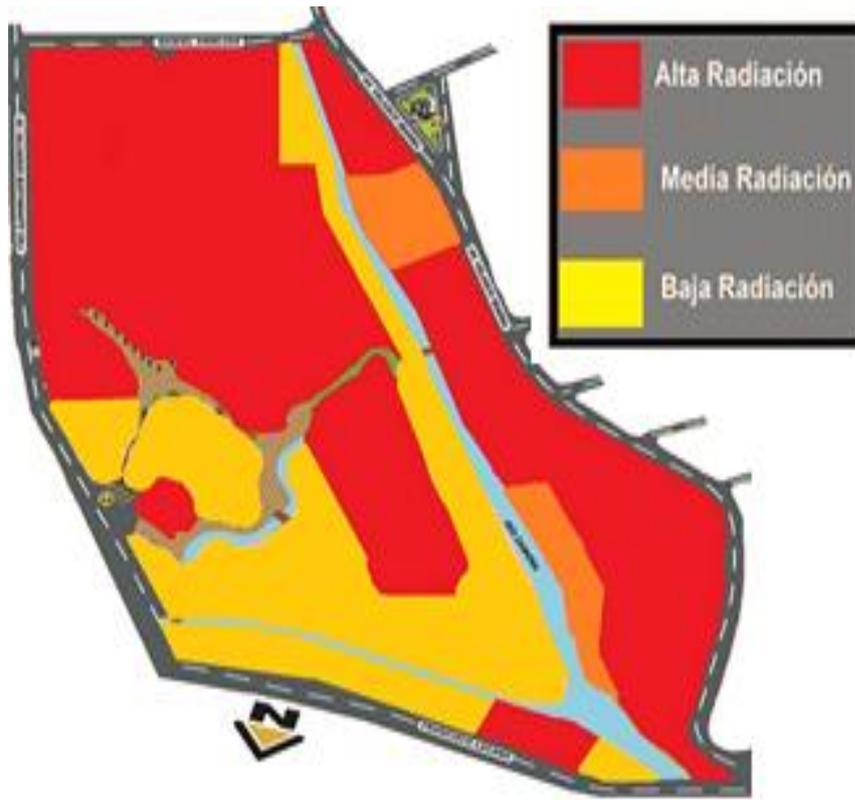


Figura 0.1. Mapa de zonificación del nivel de radiación solar en el PRJ.

Fuente: Diseño de los autores.

Se consideró como zonas de alta radiación, a aquellas en las que el Sol llega directamente a la superficie, sin ningún obstáculo. Las zonas de radiación media se relacionan con aquellas con obstáculos moderados, y, las de baja radiación con las zonas cubiertas por bosques (ver Figura 3.2, 3.3 y 3.4).



Figura 0.2. Panorámica de la pista de bicicletas, clasificada como zona de alta radiación.

Fuente: Fotografía de autores.



Figura 0.3. Panorámica de los senderos a lo largo del río Zamora, área clasificada como zona de media radiación.

Fuente: Fotografía de autores.



Figura 0.4. Panorámica de los senderos al interior del parque, área clasificada como zona de baja radiación

Fuente: Fotografía de autores.

La zonificación muestra que alrededor del 50% de la superficie del PRJ recibe alta radiación solar, lo que vuelve muy atractiva a la idea de aprovechar la energía solar. Bajo la premisa de implementar estaciones de aprovechamiento de energía solar, que por una parte capturen energía solar para potenciar las actividades propias del parque, y, que por otra sirvan como estaciones demostrativas y de capacitación; y, a través de una lluvia de ideas, el grupo de trabajo pudo identificar al menos 3 potenciales aprovechamientos de energía solar: botes solares en el sector de la laguna, arboles solares en el sector del juego de

ajedrez a escala, y, arboles solares y/o módulos fotovoltaicos en el sector de las canchas deportivas y de competencia.

Al identificar una alta radiación solar, el equipo de trabajo identificó la posibilidad de dimensionar un punto de información multimedia, que permita brindar información al turista, y aprovechar la energía solar a lo largo de los espacios abiertos dentro del PRJ. Esta tecnología, a posterior, podría escalarse para brindar información y publicidad en parques y espacios públicos (ver Figura. 3.5).

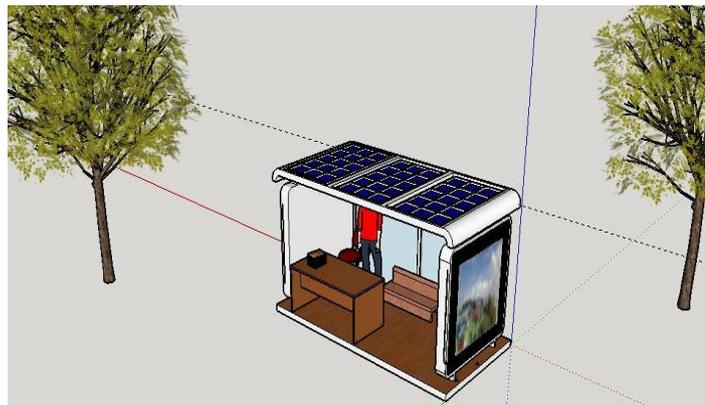


Figura 0.5. Propuesta para aprovechamiento de energía solar en el PRJ.  
Diseño del grupo de trabajo.

Fuente: Diseño de autores.

**CAPÍTULO 4**  
**REVISION DEL ESTADO DEL ARTE SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE**  
**ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN PARQUES Y ESPACIOS PÚBLICOS**

#### 4.1. Introducción

En el mes de septiembre de 2014, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) de Loja solicitó a la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), el apoyo técnico en una serie de iniciativas de desarrollo local. En el grupo de actividades priorizadas se incluyó la conformación de una mesa de trabajo alrededor del aprovechamiento de energía de fuentes renovables en el Parque Recreacional Jipiro (PRJ), ubicado al centro norte de la ciudad.

Establecida la metodología para el abordaje del problema, se describió el marco conceptual que rige la construcción y desarrollo del parque, y, se identificó las fuentes renovables de energía potencialmente aprovechables para potenciar los diferentes procesos propios del parque. En este documento se describe los resultados obtenidos en la etapa de evaluación del arte en el aprovechamiento de energía fotovoltaica en espacios y parques públicos.

#### 4.2. Revisión del estado del arte

##### 4.2.1. Generalidades

La energía captura del Sol se utiliza tanto en el formato fotoeléctrico como en el térmico (ver Tabla 4.1). En este trabajo, se privilegiará el formato fotoeléctrico.

La energía fotoeléctrica o solar, está directamente relacionada al efecto fotovoltaico: la luz solar se convierte en energía eléctrica, en dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas [2].

Tabla 0.1. Algunas de las aplicaciones que se pueden implementar con energía solar.

Aplicaciones	Energía solar	
	Solar fotovoltaica	Solar térmica
Iluminación	x	
Alimentación celulares	x	
Alimentación pantallas	x	
Riego	x	
Video vigilancia	x	
Horno solar		x
Calentamiento de piscinas		x
Aire acondicionado	x	
Calefacción de viviendas		x

Fuente: Diseño de Autores

#### 4.2.2. Aprovechamiento de energía fotovoltaica en parques a nivel mundial.

En Holanda, el gobierno en alianza con el sector privado y las universidades, impulsa el proyecto denominado solar road. En esta iniciativa se implementan segmentos de 100m de senderos para bicicletas, en los que se disponen celdas solares de silicona contenidas en módulos de concreto, cubiertos por una capa de vidrio templado y un material que genera fricción para evitar accidentes. La energía generada puede alimentar hasta tres casas. El segmento aporta energía para potenciar alumbrado público, sistemas de tránsito, automóviles eléctricos, y viviendas (ver Figura 4.1) [3].

En Serbia, en el parque Tasmajdad de la ciudad de Belgrado, se instaló un cargador solar público para teléfonos móviles, bajo la iniciativa denominada árbol negro. El cargador se concibió como un árbol artificial del parque, y, se construyó de acero. El árbol no solo presta un servicio público, sino que ofrece un espacio de sombra para disfrutar de la naturaleza (ver Figura 4.2) [4].



Figura 0.1. Panorámica de un sendero para bicicletas de la iniciativa “solar road”.

Fuente: Imagen obtenida de Internet [3].



Figura 0.2. Panorámica del “árbol negro” instalado en el parque Tasmajdad de Belgrado, Serbia.

Fuente: Imagen obtenida de Internet [4].

En México, en la localidad de Teolochoelco Tlaxcala se construyó una cancha de futbol potenciada totalmente con energía renovable. Lámparas LED potenciadas por módulos solares aportan la iluminación nocturna del espacio (ver Figura 4.3) [5].



Figura 0.3. Panorámica de una cancha de futbol con iluminación LED potenciada por módulos solares en Teolochoelco, México.

Fuente: Imagen obtenida de Internet [5].

En México, en la localidad de Mexicali, en Baja California, un parque temático instruye a los visitantes en la utilización de energía renovable (eólica, solar fotovoltaica, solar térmica), demostrando el funcionamiento de hornos solares, calentadores solares, y, sistemas de iluminación potenciados por energía solar [6].

En Estados Unidos, en el Estado de Florida, en el parque Legoland, el segmento denominado Imagination Zone opera alimentado con energía fotovoltaica equivalente a 30 KW (ver Figura 4.4) [7].



Figura 0.4. Panorámica del sistema fotovoltaico que alimenta el segmento imagination zone del parque temático Legoland, Estados Unidos

Fuente: Imagen obtenida de Internet [7].

En Chile, la implementación de cámaras de seguridad potenciales por módulos solares ha permitido desplegar sistemas inalámbricos de seguridad sin las complicaciones de la provisión de (ver Figura 4.5) [8]



Figura 0.5. Sistema de video vigilancia inalámbrica energizada con paneles solares, Chile

Fuente: Imagen obtenida de Internet [8].

En China, la firma Himin Solar Energy Group oferta para espacios públicos, los denominados pabellones o paraguas solares. El espacio conjuga parasoles, módulos

solares, y, sistemas de iluminación o de aire acondicionado. El pabellón solar puede ser empleado como punto de descanso o como escenario nocturno (ver Figura 4.6) [9].



Figura 0.6. Panorámica de un paraguas solar, China

Fuente: Imagen obtenida de Internet [9].

En Reino Unido, en la ciudad de Londres, la parada de autobús del puente de Waterloo dispone de pantallas de publicidad dinámica de Clear Channel, alimentadas con energía renovable. La energía se proviene de una kit Led Solar Zeta Specialist Lighting (ver Figura 4.7) [10]



Figura 0.7. Marquesina publicitaria alimentada con energía solar, Reino Unido.

Fuente: Imagen obtenida de Internet [10].

#### **4.2.3. Sobre el aprovechamiento de energía fotovoltaica en espacios públicos a nivel nacional.**

En la provincia de Cañar, en la población de Juncal, opera un sistema fotovoltaico autónomo para iluminación de una cancha de fútbol. El sistema está conformado por 39 módulos fotovoltaicos de 175W, 12 baterías de gel con n descarga profunda y 800Ah, y, un sistema inversor-regulador [11].

En la provincia de Imbabura, en la ciudad de Ibarra se implementó un sistema de control de riego e iluminación para el parque de Ambuqui. El sistema consta de 48 módulos fotovoltaicos de 75W, 48 baterías de gel con descarga profunda y 800Ah, 46 luminarias LED, sistema de riego y control, soportes, y, alimentadores [11].

En la provincia de Napo, en la ciudad de Baeza se implementó un sistema fotovoltaico autónomo para iluminación de parques [12].

#### **4.3. A manera de propuesta para el aprovechamiento de energía fotovoltaica en el PRJ**

Como resultado de la revisión de la línea base, el equipo de trabajo identificó como aplicable en el PRJ, un punto de información multimedia (PIM), desmontable, potenciado por energía solar (ver Figura 4.8), cuyo presupuesto referencial de implementación se muestra en la Tabla 4.2.



Figura 0.8. Vista panorámica frontal del PIM potenciado por energía solar, propuesto para el uso en el PRJ.

Fuente: Diseño de los Autores.

En la Tabla 2 se presenta un presupuesto de inversión para el diseño e implementación del PIM.

Tabla 0.2. Presupuesto estimado para la implementación de un punto de información multimedia potenciado por energía solar en el PRJ.

Unid.	Detalle	VU	Total, USD
<b>Módulos fotovoltaicos</b>			
3	Paneles fotovoltaico GMA Solar GMA 72-M 190W-72 mono cristalino	407,55	1222,65
-	Estructura kiosco metálico, con láminas de policarbonato (2mx4mx2m), incluido mano de obra y muebles.	3500,00	3500,00
<b>Bloque de control</b>			
1	Inversor SUNNY BOY (SMA Sunny Boy 2000HF-US 240V)	2887,50	2887,50
3	Bateria (Ritar Power DC12-150, 12Vdc 150Ah)	396,00	1188,00
1	Regulador Steca Power Tarom 411	2000,00	2000,00
1	Aire acondicionado Tekno	160,00	160,00
<b>Pantallas LED</b>			
2	Pantalla de (1,2m x1.3m) 300W.	4500,00	13400,00
1	Procesador de video HD	3500,00	3500,00
<b>Obra civil</b>			
3	Colocación de panel fotovoltaico	20,00	60,00
1	Instalación de regulador (Steca Power Tarom 4110)	15,00	15,00
1	Instalación de inversor (SMA Sunny Boy 2000HF-US 240V)	15,00	15,00
4	Instalación de baterías	10,00	40,00
1	Instalación de aire acondicionado	15,00	15,00
1	Instalación del sistema eléctrico (Alimentación)	60,00	60,00
<b>Total</b>			<b>28063,15</b>

Fuente: Diseño de Autores

**CAPÍTULO 5**

**DISEÑO DE UN PUNTO DE INFORMACION MULTIMEDIA POTENCIADO POR  
ENERGÍA SOLAR EN EL PARQUE RECREACIONAL JIPIRO DE LA CIUDAD DE  
LOJA**

## **5.1. Introducción.**

Establecida la potencialidad de aprovechamiento de energía solar en el Parque Recreacional Jipiro, en la ciudad de Loja, se decidió profundizar en el análisis de diversas opciones de aplicación del recurso en espacios públicos similares. En este trabajo se describen los resultados obtenidos al diseñar un punto de información multimedia (PIM), potenciado por energía solar, a operar en el parque.

## **5.2. Diseño del punto informativo multimedia.**

### **5.2.1. Metodología de trabajo.**

Para diseñar el PIM a utilizar en el PRJ, se decidió aplicar la metodología de trabajo mostrada en la Figura 5.1.

En la etapa de conceptualización, se establecerán los principales parámetros de operación del PIM. En el diseño básico se analizarán los aspectos fundamentales del diseño de la marquesina que albergará el PIM. En la etapa de diseño estructural se abordará la ingeniería del soporte estructural del PIM. Finalmente, en la etapa de diseño del sistema fotovoltaico se dimensionará los elementos constitutivos de la provisión solar de energía al PIM.

### **5.2.2. Conceptualización.**

A través de una lluvia de ideas, y, luego de analizar las limitantes técnicas y presupuestarias del proyecto, el equipo de trabajo decidió plantear al GADM de Loja, el diseño e implementación en el PRJ de un PIM como el mostrado en la Figura 5.2.



Figura 0.1. Metodología aplicada para el diseño del punto de información multimedia del PRJ.

Fuente: Diseño de autores.



Figura 0.2. Panorámica del PIM propuesto para el PRJ.

Fuente: Diseño de autores.

El PIM se albergará en una marquesita desmontable, construida con material resistente a la intemperie, pero liviano. Sobre la marquesina se ubicarán los módulos solares.

El PIM constará de 3 sectores: sector de atención personalizada, sector multimedia, y, sector de publicidad.

El sector de atención personalizada se ubica al centro del PIM, bajo la marquesina (ver Figura 5.3). Se plantea conformar un espacio confortable, equipado con una mesa plegable, sillas, una banca, y, estantes o soportes para exhibición. La iluminación interior del espacio

será de tecnología LED, privilegiando luz blanca. En el espacio se contará con tomas de fuerza para alimentar al menos un par de computadores portátiles y otros dispositivos electrónicos de bajo consumo.



Figura 0.3. Detalle del sector de atención personalizada del PIM propuesto para el PRJ.

Fuente: Diseño de autores.

El sector multimedia está distribuido entre las caras exteriores de las 2 paredes laterales que soportan la marquesina (ver Figura 5.2). A cada lado del PIM se ubicará una pantalla LED y un sistema de audio, que permitirá la difusión de recursos audiovisuales. Las pantallas y los sistemas de audio estarán adecuadamente protegidos de los elementos, y de la actividad no deseada de los visitantes.

El sector de publicidad se ubica en la pared posterior del PIM (ver Figura 5.4). Se plantea la instalación de 2 equipos banner stands rotativos para optimizar el uso del espacio.

### 5.2.3. Diseño básico.

El diseño básico del PIM se realizó utilizando los recursos del aplicativo Sketchup [13]. La Fig.5 muestra la geometría general del PIM.



Figura 0.4. Detalle del sector de publicidad del PIM propuesto para el PRJ.

Fuente: Diseño de autores.

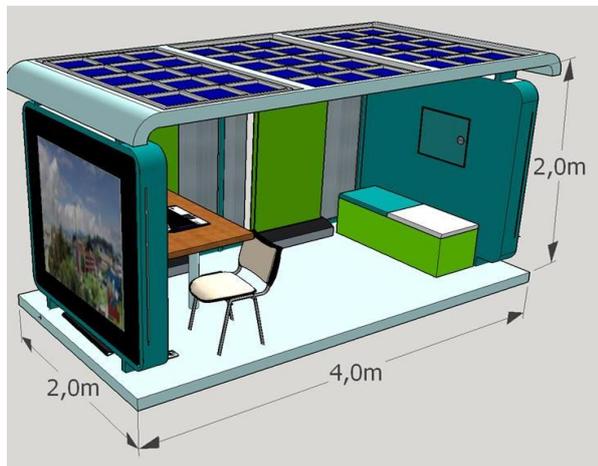


Figura 0.5. Geometría general del PIM propuesto para el PRJ.

Fuente: Diseño de autores.

El PIM se proveerá de energía desde un sistema híbrido solar – red eléctrica pública. El componente fotovoltaico se alimentará desde 3 módulos ubicados sobre la marquesina, distribuidos en un área de 8 m<sup>2</sup> (ver Figura 5.6). La caja de equipos se ubicará en la parte interna derecha inferior del PIM (ver Figura 5.7). En ella se instalarán baterías, regulador de carga, e, inversor (ver Figura 5.8).

Para la conmutación en el sistema híbrido de provisión de energía, se utilizará un relé de 3 estados. El relé y el tablero de distribución de los circuitos eléctricos se ubicarán en la parte interna izquierda superior del PIM (ver Figura 5.9).

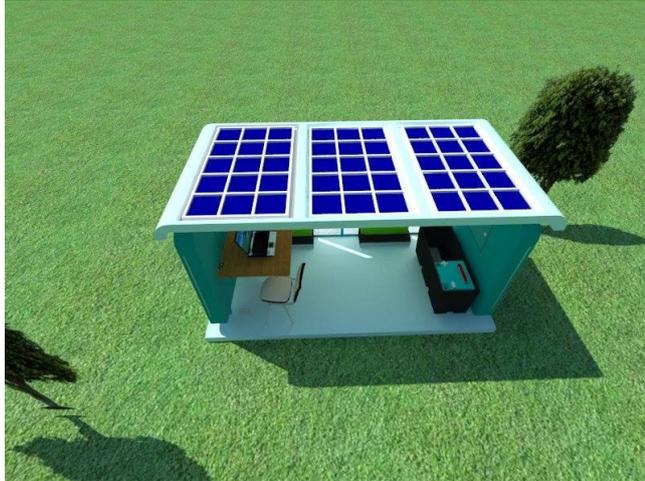


Figura 0.6. Ubicación de módulos fotovoltaicos sobre la marquesina del PIM.

Fuente: Diseño de autores.

#### 5.2.4. Diseño estructural del PIM.

El diseño estructural del PIM se realizó a escala 1:1, observando las normas ISO sobre dibujo arquitectónico, se desarrolló utilizando los recursos de la plataforma AutoCAD [14].

Considerando las limitaciones de peso de la estructura, por el condicionante de portabilidad, la base del PIM, de 8 m<sup>2</sup> de área, se concibió ensamblada de perfiles rectangulares de aluminio y planchas de aluminio reforzado, sobre los que se ubica piso flotante (ver Figura 5.10). Los perfiles rectangulares facilitan el cableado eléctrico dentro del PIM.



Figura 0.7. Ubicación de la caja de equipos respecto al PIM.

Fuente: Diseño de autores.

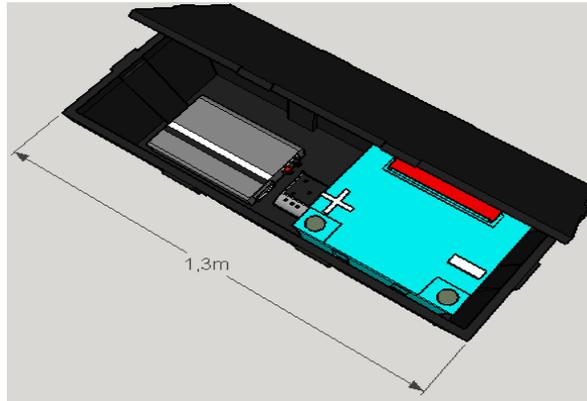


Figura 0.8. Detalle de la caja de equipos.

Fuente: Diseño de autores.



Figura 0.9 . Ubicación del relé de 3 estados y de la caja de distribución respecto al PIM.

Fuente: Diseño de autores.

Las paredes laterales del PIM se conforman de un marco de perfiles rectangulares de 10 cm, a fin de garantizar el portar el peso de la marquesina. Las paredes se completan con la colocación de vidrio.

La pared posterior del PIM se armará con láminas de policarbonato sostenidas en un marco construido con perfiles rectangulares de aluminio.

La marquesina superior estará conformada por perfiles rectangulares de aluminio y planchas de aluminio reforzadas. Se considerará la utilización de canales de aluminio para el desalojo de agua, en días de lluvia.

La Figura 5.10 resume el diseño estructural completo del PIM, mientras que la Tabla 1 detalla el material propuesto para la construcción.

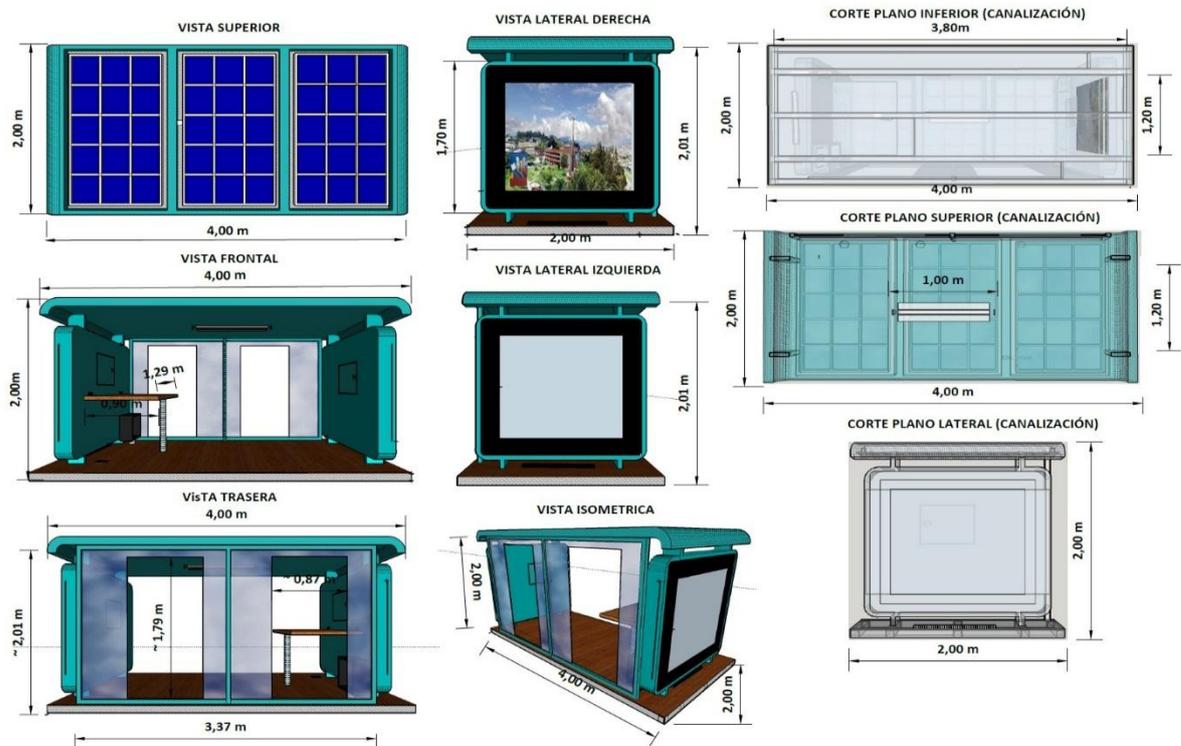


Figura 0.10. Diseño mecánico del PIM.

Fuente: Diseño de autores.

Tabla 0.1. Materiales propuestos para la construcción del PIM.

Descripción	Cantidad
Perfil de Aluminio 1773 Cedal canales, 76,20 x 25,4 mm, longitud 6 m	6
Perfil de Aluminio 1026 Cedal Junquillo, 13,6 x 15 mm, longitud 6 m	6
Perfil de Aluminio 1808 Cedal Vertical, 48x 22,6 mm, longitud 6 m	4
Perfil de Aluminio 1809 Cedal Horizontal, 48x 22,6 mm, longitud 6 m	4
Perfil de Aluminio 23,79 Cedal esquineros 50,8 x 50,8 mm, longitud 6 m	4
Perfil de Aluminio 1016/1853 Cedal rectangular 38,1 x 50,8 mm, longitud 6 m	5
Perfil de Aluminio 1009/1507 Cedal rectangular 101,6 x 44,4 mm, longitud 6 m	5
Perfil de Aluminio 1280 Cedal cielo raso 12,7 x 25,4 mm, longitud 6 m	4
Perfil de Aluminio 1182 Cedal cielo raso 25,4x 25,4 mm, longitud 6 m	4
Ángulos de Aluminio Cedal 100 x 50 mm, longitud 6 m	20
Panel Reynobond Cedal 6172 x 1575 x 4	4

mm, facil de moldear	
Planchas de Aluminio Cedal 1 x 2 m, espesores de 1,5 2 3 mm alta resistencia	5
Plancha policarbonato espesor 5mm, metros cuadrados	8

Fuente: Tabla de datos obtenida en internet. [15]

### 5.2.5. Diseño del componente fotovoltaico del sistema híbrido de provisión de energía al PIM.

El sistema híbrido de provisión de energía al PIM operará de acuerdo al diagrama de bloques mostrado en la Figura 5.11.

#### 5.2.5.1. Aproximación de la demanda de energía

En función de la disponibilidad en el mercado local, y, considerando las limitaciones financieras, se decidió utilizar para la visualización de vídeos e imágenes, pantallas LED tipo full HD LG, de 11.5 mm, y de 1,07 m x 0.61 m (ver Tabla 5.2).

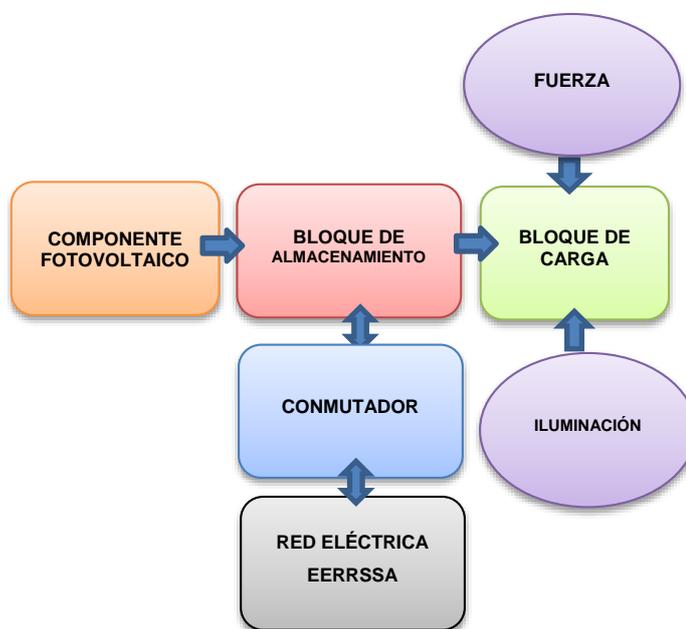


Figura 0.11. Diagrama de bloques del sistema híbrido de provisión de energía al PIM.

Fuente: Diseño de autores.

Tabla 0.2. Especificaciones técnicas de las pantallas LED Full HD Monitor.

Características	Valor
Alimentación, V	100-240
Consumo, W	85-120
Consumo de audio, W	27
Entradas, Usb, Dvi, Vga	N
Frecuencia, Hz	50 – 60

Fuente: Tabla de datos obtenida en internet. [16]

Para la amplificación del audio generado en las pantallas, se utilizará 2 altavoces LG, cuyas características técnicas se presentan en la Tabla 5.3.

Tabla 0.3. Especificaciones técnicas de los altavoces LG.

Características	Valor
Alimentación, V	24
Consumo, W	27
Potencia de salida en amplificador, W	320

Fuente: Fuente: Tabla de datos obtenida en internet. [17]

Para iluminación se emplearán placas LED tipo LP14, de 14W cada una. [18]

Tabla 0.4. Demanda de energía de las cargas a instalar en el PIM.

Carga	Unid.	Potencia, W	Horas de operación	Demanda, Wh/día
Pantallas LED	2	85	8	1360
Altavoces LG	2	27	8	432
Computador portátil	1	90	2	180
Caja de publicidad rotativa, motor baja potencia.	2	20	8	280
Luminaria LED Placas LP14	1	14	3	42
Carga máxima pico				2294
Carga máxima pico, considerando un 10% de pérdidas CA.				2523,4

Fuente: Diseño de autores.

#### 5.2.5.2. Dimensionamiento del bloque de almacenamiento.

El bloque de almacenamiento estará compuesto por un regulador, un banco de baterías, y, un inversor.

El regulador impide que el banco de baterías se sobrecargue. La corriente máxima de trabajo del regulador se determinó en 26,52 A (ver expresión (1)). La tensión máxima que soporta el regulador se estimó en 115,29 V, (ver expresión (2)). Para este proyecto se decidió utilizar un regulador PHOCOS MPS serie 45 - 80, cuyas características técnicas se muestran en la Tabla 5.5 [19].

$$I_R = 1,05 \times I_{sc} \times N_p \quad (1)$$

En dónde,

- $I_R$ , es la corriente máxima del regulador, A.
- $I_{sc}$ , es la corriente de corto circuito del panel, A.
- $N_p$ , es el número de paneles en paralelo.

$$V_R = 1,05 \times V_{oc} \times N_s \quad (2)$$

En dónde,

- $V_R$ , es el voltaje máximo del regulador, V.
- $V_{oc}$ , es el voltaje en circuito abierto del panel, V.
- $N_s$ , es el número de paneles en serie.

Tabla 0.5. Especificaciones técnicas del regulador PHOCOS MPS serie 45-80.

Características	Valor
Voltaje nominal, V	12, 24, 48
Corriente Máxima del módulo, A	45, 80
Peso, Kg	1,1

Fuente: Fuente: Tabla de datos obtenida en internet. [19].

El banco de baterías se dimensiono de acuerdo a la corriente total diaria y los días de reserva (ver expresión (3)). Para 2 días de reserva, la capacidad nominal del banco de baterías se determinó en 252.34 Ah. La capacidad corregida del banco de baterías (ver expresión (4)). con una profundidad de descarga de 0.8, se la estimo en 315.42. Se calculó el arreglo de baterías en serie y en paralelo en 1 (ver expresión (5) y (6)), para una tensión CC nominal de la batería de 24V.

$$C_N = I_{cca} \times D_R \quad (3)$$

En dónde,

$C_N$ , es la capacidad nominal del banco de baterías, Ah.

$I_{cca}$ , es la intensidad de corriente diaria corregida A.

$D_R$ , es el número de días de reserva.

$$C_C = \frac{C_N}{P_D} \quad (4)$$

En dónde,

$C_C$ , es la capacidad corregida del banco de baterías, Ah.

$C_{NZ}$ , es la Capacidad nominal del banco de baterías, Ah.

$P_D$ , es la Profundidad de descarga de las baterías.

$$N_{bs} = \frac{C_s}{C_b} \quad (5)$$

En dónde,

$N_{bs}$ , es el número de baterías en serie.

$C_s$ , es la capacidad de carga del sistema, Ah.

$C_b$ , es la capacidad de carga de la batería, Ah.

$$N_{bp} = \frac{C_s}{C_b} \quad (6)$$

En dónde,

$N_{bp}$ , es el número de baterías en paralelo.

$C_s$ , es la capacidad de carga del sistema, Ah.

$C_b$ , es la capacidad de carga de la batería, Ah.

Para este proyecto se decidió utilizar una batería PLENERGY 300 ah de litio, cuyas características técnicas se encuentran en la Tabla 5.6 [20].

Tabla 0.6. Especificaciones técnicas de la batería PLENERGY 300 Ah.

Características	Valor
Voltaje , V	24
Capacidad, Ah	300
Profundidad de descarga, %	80
Vida útil, años	25

Fuente: Fuente: Tabla de datos obtenida en internet. [20]

La carga máxima pico del inversor se calculó en 1360 Wh/día, para una tensión de salida estimada de 230V. En este proyecto se utilizará un inversor tipo AJ 2400 – 24, cuyas características técnicas se muestran en la Tabla 5.7 [21].

Tabla 0.7 Especificaciones técnicas del inversor AJ 2400 – 24.

Características	Valor
Potencia máxima de CC, W	2000
Pico de Potencia, W	4000
Voltaje CA de salida, V	230 +/- 10%
Frecuencia CA de salida, Hz	60, 50 +/- 5%
Eficiencia máxima %	94
Rango de voltaje CC de entrada, V	21 – 40

Fuente: Fuente: Tabla de datos obtenida en internet. [21]

En calidad de conmutador se utilizará un magneto corta 2 posiciones mantenidas, de 2 contactos abiertos, cuyas características técnicas se muestran en la Tabla 5.8 [22].

Tabla 0.8. Especificaciones técnicas del conmutador magnético.

Características	Valor
Intensidad de corriente nominal, A	10
Intensidad de corriente pico, A	4.5
Voltaje máxima de trabajo, V	220
Eficiencia máxima %	94
Resistencia de contacto (MΩ)	50

Fuente: Fuente: Tabla de datos obtenida en internet. [22]

### 5.2.5.3. Dimensionamiento del bloque de fotovoltaico.

En este apartado se utilizó la metodología recomendada por el CONELEC [23]. La demanda de energía consumida se determinó en 2523.4Wh/día, considerando la potencia diaria consumida, tanto en CC como en CA (ver Tabla 5.4), y, un factor de pérdida del 10%.

La corriente de los módulos fotovoltaicos, originalmente calculada en 105.14 Ah (ver expresión (7)), se estimó en 126.168 Ah, considerando un factor de seguridad de pérdidas de 1.2.

$$I_{cc} = \frac{CT_{cc}}{V_{cc}} \quad (7)$$

En dónde,

- I<sub>cc</sub>, es la intensidad de corriente diaria Ah.
- CT<sub>cc</sub>, es la carga en corriente continua Wh/día
- V<sub>cc</sub>, es el voltaje de panel fotovoltaico V.

La corriente pico I<sub>p</sub> se calculó en 26.29 A, considerando que la radiación solar en el medio es del orden de los 4,8kWh/m [23] (ver expresión (8)).

$$I_p = \frac{I_{cca}}{I_{ccm}} \quad (8)$$

En dónde,

- I<sub>p</sub>, es la corriente pico del sistema Ah.
- I<sub>cca</sub>, es la intensidad de corriente diaria Ah.
- I<sub>ccm</sub>, es la radiación solar media Wh/m<sup>2</sup>/día.

El número requerido de módulos fotovoltaicos se aproximó en 3, considerando la corriente pico de los módulos potencialmente utilizables, empleando la ecuación (9). Para este proyecto se decidió utilizar módulos fotovoltaicos de 230 W, marca SIMAX, cuyas características técnicas se muestran en la Tabla 5.9 [24].

$$N_p = \frac{I_p}{I_{pm}} \quad (9)$$

En dónde,

- N<sub>p</sub>, es el número de paneles solares.
- I<sub>p</sub>, es la corriente pico del sistema Ah.
- I<sub>pm</sub>, es la corriente pico del módulo.

Tabla 0.9. Especificaciones técnicas de los módulos Fotovoltaicos SIMAX 230W 30V.

Características	Valor
Potencia máxima (P <sub>max</sub> ), W	230
Voltaje máximo (V <sub>mp</sub> ), V	29,5
Corriente máxima (I <sub>mp</sub> )	7,8
Voltaje de circuito abierto (V <sub>oc</sub> ), V	36,6
Corriente en corto circuito (I <sub>sc</sub> ), A	8,42

Fuente: Fuente: Tabla de datos obtenida en internet. [24]

La Figura 5.2 muestra el diagrama unifilar de conexión de los dispositivos del bloque de alimentación del PIM.

#### 5.2.5.4. Presupuesto de inversión.

Tabla 5.10 muestra un resumen de la inversión requerida para implementar el PIM.

Tabla 0.10. Presupuesto de inversión del punto de información multimedia turístico

Unid.	Detalle	VU	Total, USD
<b>Módulos fotovoltaicos</b>			
3	Paneles fotovoltaico SIMAX 190 W mono cristalino	340,00	1020,00
-	Estructura del PIM, con láminas de policarbonato (2mx4mx2m), incluido mano de obra y muebles.	3500,00	3500,00
<b>Bloque de Almacenamiento</b>			
1	Inversor AJ 2400 – 24	1756,00	1756,00
1	Batería PL ENERGY (300Ah)	2999,00	2999,00
1	Regulador Phocos MPS (45 – 80 A)	183,00	183,00
1	Conmutador 3 posiciones 2 contactos abiertos (NA)	5,00	5,00
<b>Pantallas LED</b>			
2	Monitor LG FULL HD (1,07m x 0,61m) 85W.	2250,00	4500,00
2	Altavoces LG 320W de salida.	200,000	400,000
1	Luminaria LED placas LP14-14W	50,00	50,00
<b>Banner Publicitario</b>			
2	Motor de 20w, DC 24V	100	200,00
<b>Obra civil</b>			
3	Colocación de panel fotovoltaico	20,00	60,00
1	Instalación de regulador (Steca Power Tarom 4110)	15,00	15,00
1	Instalación de inversor (SMA Sunny Boy 2000HF-US 240V)	15,00	15,00
4	Instalación de baterías	10,00	40,00
1	Instalación de aire acondicionado	15,00	15,00
1	Instalación del sistema eléctrico (Alimentación)	60,00	60,00
<b>Total</b>			<b>14818,00</b>

Fuente: Diseño de autores.

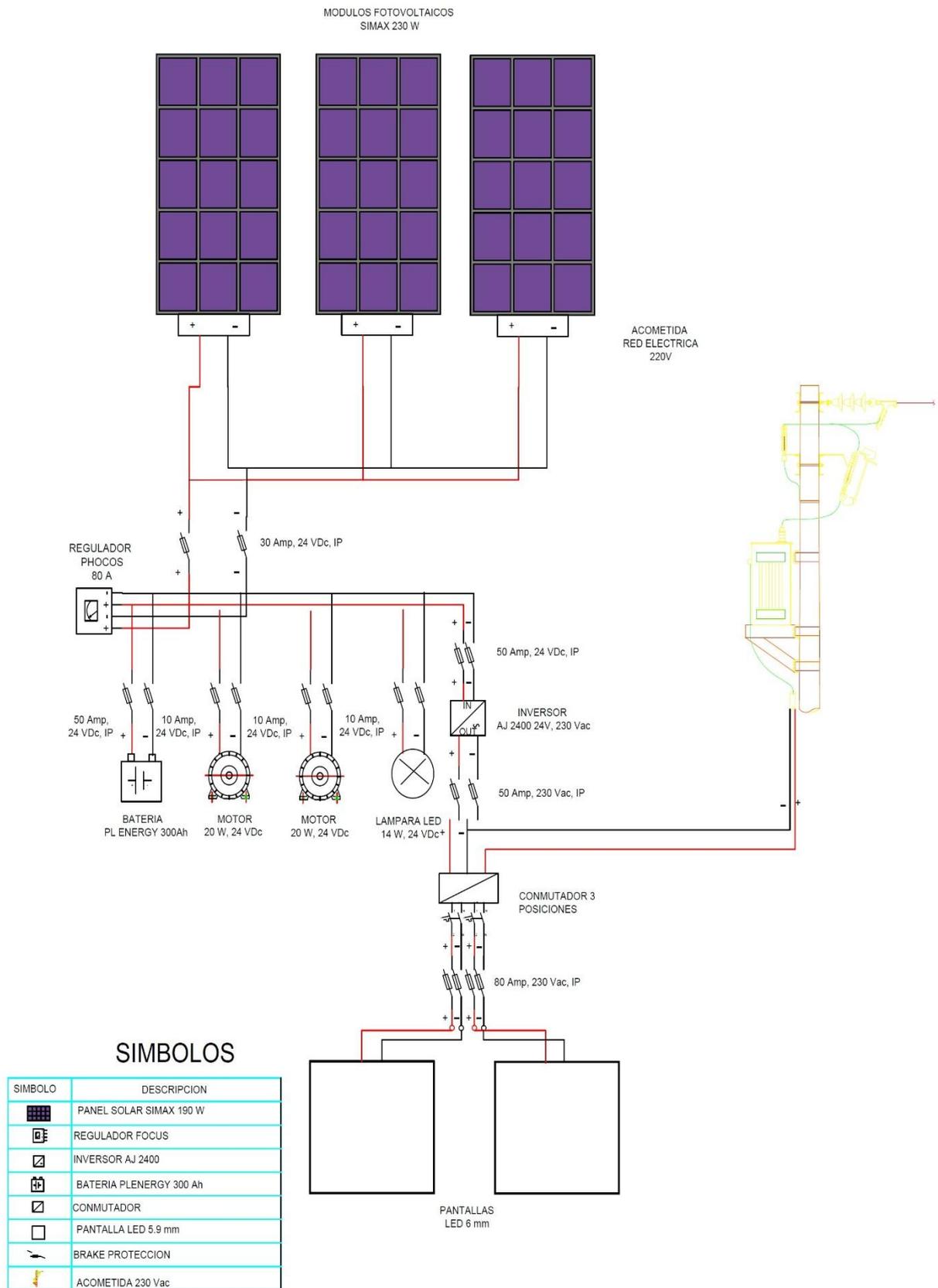


Figura 0.12. Diagrama unifilar de conexiones del bloque de alimentación

Fuente: Diseño de autores.

## CONCLUSIONES

- Con una extensión de 10 Ha, el PRJ se constituye en uno de los principales centros de recreación de la ciudad de Loja.
- Por las características del PRJ, se han calificado como potencialmente utilizables al menos 3 fuentes renovables de energía en su territorio: solar, humana, y, biomasa.
- Los resultados obtenidos muestran la factibilidad técnica de implementar en el PRJ, un Punto de Información Multimedia potenciado por un sistema híbrido de provisión de energía solar – red pública.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Parque Recreacional Jipiro [Online]. Disponible en: <<https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox.>> [Consulta de Noviembre 2014]
- [2] CONELEC “Atlas solar”. [Online]. Disponible en: <[http://www.conelec.gob.ec/archivos\\_articulo/Atlas.pdf](http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf)> [Consulta de 10 de Noviembre 2014]
- [3] Benito, Lucila. “Holanda tiene la primer ciclo via solar”. [Online]. Disponible en: <<http://www.labioguia.com/holanda-tiene-la-primer-ciclovia-solar/>> [Consulta de 1 de Diciembre 2014]
- [4] Gardinetti, Marcelo. “Árbol Negro”. [Online]. Disponible en: <<http://tecnne.com/urbanismo/equipamiento-urbano-urbanismo/black-tree/>> [Consulta de 14 de Diciembre 2014]
- [5] Indisect. “Lamparas Solares led en cancha de futbol Teolochoico Tlaxcala”. [Online]. Disponible en: <<http://www.indisect.com/portfolio-view/lampara-solares-led-en-cancha-de-futbol-rapido-en-teolochoico-tlaxcala/>> [Consulta de 8 de Diciembre 2014]
- [6] Angulo, Cesar. “Parque Tematico de las energias alternas en Mexicali”. [Online]. Disponible en: <<http://www.bionero.org/educacion-ambiental/parque-tematico-de-las-energias-alternas-en-mexicali>> [Consulta de 27 de Diciembre 2014]
- [7] Energías Renovables. ”El primer parque tematico alimentado con fotovoltaica”. [Online]. Disponible en: <<http://www.energias-renovables.com/articulo/el-primer-parque-tematico-alimentado-con-fotovoltaica-20140422>> [Consulta de 26 de Diciembre 2014]
- [8] “Video vigilancia inalámbrica energizada con paneles solares en sector público”, Chile. [Online]. Disponible en: <<http://www.redoxchile.cl/node/11>> [Consulta de 8 de Enero 2014]
- [9] “Paraguas de energía solar de emisión cero”. [Online]. Disponible en: <<http://himinsolarpv.es/4-rotating-cool-umbrella.html>> [Consulta de 7 de Enero 2014]
- [10] “Marquesina con publicidad dinámica alimentada con energía sostenible”. [Online]. Disponible en: <<http://www.digitalavmagazine.com/2014/10/08/clear->

- channel-instala-en-londres-una-marquesina-con-publicidad-dinamica-alimentada-con-energia-sostenible.> [Consulta de 10 de Enero 2014]
- [11] ENERPRO “Energía solar fotovoltaica” [Online]. Disponible en: <<http://www.enerpro.com.ec/index.php/es/energias-renovables/solar-fotovoltaica>> [Consulta de 15 de Diciembre 2014]
- [12] RENOVAENERGIA. “Iluminacion publica Baeza”. [Online]. Disponible en: <[http://www.renova-energia.com/energia\\_renovable/galeria.html](http://www.renova-energia.com/energia_renovable/galeria.html)> [Consulta de 16 de Diciembre 2014]
- [13] Trimble Building “Sketchup”, [Online]. Disponible en: <<http://www.sketchup.com/es/download>> [Consulta de 10 de Diciembre 2014]
- [14] AutoDesk “AutoCAD” [Online]. Disponible en: <<http://www.autodesk.es/products/autocad/free-trial>> [Consulta de 15 de Enero 2015]
- [15] CEDAL “Materiales del diseño estructural”. [Online]. Disponible en: <[http://www.cedal.com.ec/cedal\\_arquitecto.php](http://www.cedal.com.ec/cedal_arquitecto.php)> [Consulta de 7 de Febrero 2015]
- [16] LG ”Monitor LG, LED FULL HD”. [Online Disponible en: <<http://www.lg.com/us/commercial/led-backlit-monitors/lg-47WS50BS-B>> [Consulta de 2 de Abril 2015]
- [17] LG “Altavoz LG, 320 W”, [Online]. Disponible en: <<http://www.lg.com/uk/speakers-sound-systems/lg-NB3540>> [Consulta de 2 de Abril 2015]
- [18] PROVIENTO SA. “Luminaria LED placas P1416”. [Online]. Disponible en : <[http://www.proviento.com.ec/index\\_panelessolares.html](http://www.proviento.com.ec/index_panelessolares.html)> [Consulta de 17 de Marzo 2015]
- [19] Ingeniería Verde, “Regulador PHOCOS”. [Online]. Disponible en: <<http://www.ingenieriaverde.org/wp-content/uploads/2013/12/switch-modular-de-potencia-phocos-mps-45-.pdf>> [Consulta de 17 de Marzo 2015]
- [20] PLENERGY, “24v 300ah lifepo4 Battery Pack”. [Online]. Disponible en: <<http://www.plgenergy.com/content/?1044.html>> [Consulta de 17 de Marzo 2015]
- [21] Ingeniería Verde, “Inversor AJ 2400 - 24”. [Online]. Disponible en: <<http://www.ingenieriaverde.org/wp-content/uploads/2013/12/Studer-Innotec-AJ.pdf>> [Consulta de 17 de Marzo 2015]

- [22] EEINSSA, “Selector eléctrico 3 posiciones”. [Online]. Disponible en: <<http://www.eeinsa.com/5.php>> [Consulta de 27 de Marzo 2015]
- [23] CONELEC, “Atlas solar”. [Online]. Disponible en: <[http://www.conelec.gob.ec/archivos\\_articulo/Atlas.pdf](http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf)> [Consulta de 27 de Noviembre 2014]
- [24] PROVIENTO SA. “MODULO SOLAR SIMAX”. [Online]. Disponible en: <<http://www.proviento.com.ec/>> [Consulta de 17 de Marzo 2015]

## **ANEXOS**

# Diseño de un punto de información multimedia potenciado por energía solar para el Parque Recreacional Jipiro, de la ciudad de Loja

#<sup>1</sup>Lilibeth Briceño, #<sup>1</sup>Javier Gálvez, #<sup>2</sup>Jorge Luis Jaramillo

#<sup>1</sup> Profesional en formación IET, Universidad Técnica Particular de Loja  
#<sup>2</sup> Docente investigador STE DCCE, Universidad Técnica Particular de Loja  
Loja, Ecuador

<sup>1</sup>lbriceno1@utpl.edu.ec, <sup>1</sup>jfgalvez@utpl.edu.ec, <sup>2</sup>jorgeluis@utpl.edu.ec

**Resumen** - En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el diseño de un punto de información multimedia potenciado por energía solar para su uso en el Parque Recreacional Jipiro, de la ciudad de Loja.

**Palabras claves** — aprovechamiento de energía solar, parques y espacios públicos, energía, punto de información multimedia.

## I. INTRODUCCIÓN

En el mes de septiembre del 2014, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) de Loja solicitó a la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), el apoyo técnico en una serie de iniciativas de desarrollo local.

En el grupo de actividades priorizadas se incluyó la conformación de una mesa de trabajo alrededor del aprovechamiento de energía de fuentes renovables en el Parque Recreacional Jipiro (PRJ), ubicado al centro norte de la ciudad.

En este documento se describe los resultados obtenidos en las etapas de evaluación del estado del arte del aprovechamiento de energía solar en parques y espacios públicos, y, en la de diseño de un punto de información multimedia para ser utilizado en el PRJ.

## II. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA, POTENCIALMENTE APROVECHABLES EN EL PRJ

En relación al aprovechamiento de fuentes renovables de energía en el PRJ, se encargó a la Sección de Telecomunicaciones y Electrónica (STE) del Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica (DCCE) la coordinación de la mesa de trabajo, invitándose también a investigadores del Departamento de Arquitectura y Artes (DAA). En el GADM de Loja, la representación se asignó a la Dirección de Electrónica y Telecomunicaciones.

Conformada la mesa de trabajo, se diseñó y aprobó una aproximación metodológica para responder a los requerimientos planteados (ver Fig.1).



**Fig 1.** Metodología de trabajo de la mesa conformada. Diseño de autores.

La etapa de caracterización del parque e identificación de fuentes renovables de energía, se propuso para actualizar la información disponible sobre el PRJ, y, en base a la observación directa en el territorio, identificar las fuentes renovables de energía potencialmente aprovechables para potenciar procesos actuales o por implementar en el parque.

Con la intención de optimizar los recursos disponibles, se decidió plantear una etapa de revisión bibliográfica del estado del arte en el aprovechamiento de energía de fuentes

renovables en espacios públicos, que permita identificar las mejores prácticas en funcionamiento en espacios similares.

Culminadas las 2 primeras etapas, los resultados obtenidos fueron socializados con los delegados del GADM, a fin de obtener una priorización desde la perspectiva municipal. Las propuestas priorizadas pasaron a una etapa de ingeniería de detalle, cuyo resultado fue la elaboración de esquemas mecánicos, electrónicos, eléctricos, de obra civil, entre otros.

En la mesa de trabajo, se decidió aperturar las etapas de implementación y gestión, en función de la disponibilidad de recursos para financiar las obras requeridas.

Para la ejecución de las etapas metodológicas propuestas, se conformó un equipo de trabajo integrado por 10 estudiantes de la titulación de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, que aceptaron apoyar en la iniciativa como parte de su trabajo de fin de titulación. La subdivisión de este equipo de trabajo, permitió profundizar en el análisis de las diversas formas de energía renovable existentes en el parque.

### III. CARACTERIZACIÓN DEL PARQUE E IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE FUENTES APROVECHABLES DE ENERGÍA

#### A. *Un poco de historia*

El PRJ se ubica en el barrio del mismo nombre, al norte de la ciudad de Loja (Ecuador), y, posee una extensión de 10 Ha, donadas a la ciudad de Loja por el filántropo Daniel Álvarez Burneo.

En la década de los años sesenta del siglo pasado, el entonces Alcalde la ciudad, Dr. Vicente Burneo, abrió la posibilidad de que la propiedad se destine a la construcción de un espacio de recreación y entretenimiento.

En la década de los ochenta, se realizó la primera intervención planificada para la dotación de la infraestructura física necesaria, bajo el motivo de la interculturalidad. En esta etapa, la laguna existente fue conectada mediante un canal con la quebrada de Jipiro.

Oficialmente, el PRJ nació en 1988 durante la alcaldía del Dr. José Bolívar Castillo. Se desarrolló el concepto de parque temático, edificando infraestructura recreacional, educacional y/o administrativa que reproduzca la arquitectura representativa de algunos países y regiones. En el territorio del PRJ, a través de un recorrido lúdico que conjuga arquitectura y esparcimiento, la ciudadanía se acerca al conocimiento de los núcleos culturales más destacados en el mundo.

#### B. *Zonificación del PRJ*

Existen 2 zonas claramente definidas, separadas por el río Zamora, y articuladas a través de un nodo comunicador en forma de un puente peatonal (ver Fig.2). En estas zonas coexisten los monumentos temáticos (proyecto de las culturas), y, los espacios recreativos y de competencia deportiva. El flujo de visitantes en las zonas se dirige a través de senderos, con la respectiva señalética y equipados con mobiliario urbano.

El acceso al PRJ se realiza desde las 3 vías que circunvalan el territorio (Av. Salvador Bustamante Celi, Av. Velasco Ibarra y Pasaje "H").

#### C. *Otras facilidades el PRJ*

En el territorio del PRJ existen diversos espacios dedicados a la recreación: juegos infantiles, juego de ajedrez, réplica de una locomotora a vapor, laguna y recorrido acuático, área de camping, y, mini zoológico.

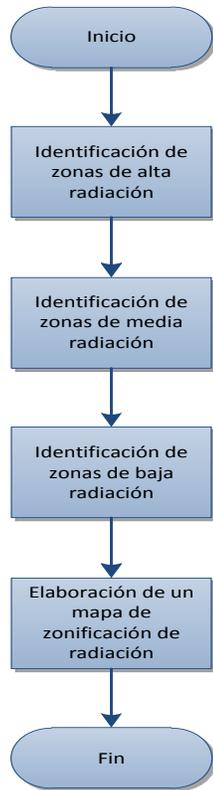
Entre los servicios que ofrece el PRJ se cuentan 2 plazas de estacionamientos (una para el área recreativa y otro para la zona deportiva), baterías sanitarias, y, senderos.

#### D. *Identificación preliminar de las fuentes renovables de energía aprovechables en el territorio del PR Jipiro*

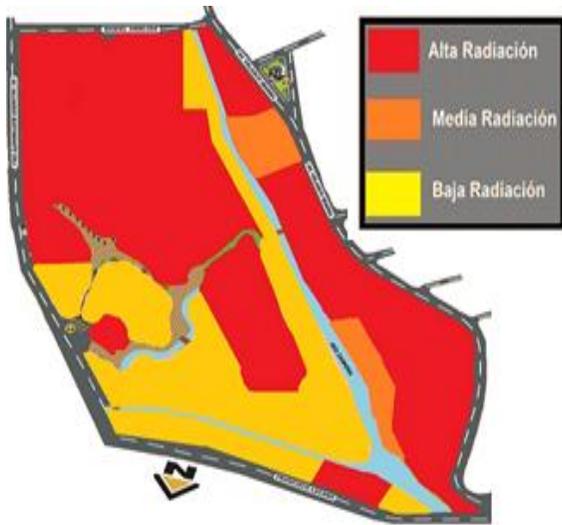
La observación in situ del territorio del PRJ, y, la consideración del desarrollo prospectivo que la administración del GADM desea construir en el parque, permitió identificar al menos 3 fuentes renovables de energía: solar, humana, y, biomasa.

### IV. EVALUACIÓN DE LA POTENCIALIDAD DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR EN EL PRJ.

Para evaluar las potencialidades de aprovechamiento de energía solar en el PRJ, se decidió aplicar la metodología de trabajo mostrada en la Fig.2.



**Fig2.** Metodología de trabajo para la identificación de las potencialidades del aprovechamiento de energía solar en el PR Jipiro. Diseño de autores.



**Fig 3.** Mapa de zonificación del nivel de radiación solar en el PRJ. Diseño de autores.

Se consideró como zonas de alta radiación, a aquellas en las que el Sol llega directamente a la superficie, sin ningún obstáculo. Las zonas de radiación media se relacionan con aquellas con obstáculos moderados, y, las de baja radiación con las zonas cubiertas por bosques (ver Fig. 4, 5 y 6).



**Fig 4.** Panorámica de la pista de bicicletas, clasificada como zona de alta radiación. Fotografía de los autores.



**Fig 5.** Panorámica de los senderos a lo largo del río Zamora, área clasificada como zona de media radiación. Fotografía de los autores.



**Fig 6.** Panorámica de los senderos al interior del parque, área clasificada como zona de baja radiación. Fotografía de los autores.

La zonificación muestra que alrededor del 50% de la superficie del PRJ recibe alta radiación solar, lo que vuelve muy atractiva a la idea de aprovechar la energía solar. Bajo la premisa de implementar estaciones de aprovechamiento de energía solar, que por una parte capturen energía solar para potenciar las actividades propias del parque, y, que por otra sirvan como estaciones demostrativas y de

capacitación; y, a través de una lluvia de ideas, el grupo de trabajo pudo identificar al menos 3 potenciales aprovechamientos de energía solar: botes solares en el sector de la laguna, arboles solares en el sector del juego de ajedrez a escala, y, arboles solares y/o módulos fotovoltaicos en el sector de las canchas deportivas y de competencia.

V. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE SOBRE EL APROVECHAMIENTO ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN ESPACIOS PÚBLICOS.

A. Generalidades de la energía solar en el PRJ.

La energía solar capturada se utiliza tanto en el formato fotoeléctrico, como en el térmico (ver Tabla 1). En este trabajo, se privilegiará el formato fotoeléctrico.

La energía fotoeléctrica o solar, está directamente relacionada al efecto fotovoltaico: la luz solar se convierte en energía eléctrica, en dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas [1].

Tabla 1.

Algunas de las aplicaciones que se pueden implementar con energía solar. Elaborado por los Autores

Aplicaciones	Energía solar	
	Solar fotovoltaica	Solar térmica
Iluminación	x	
Alimentación celulares	x	
Alimentación pantallas	x	
Riego	x	
Video vigilancia	x	
Horno solar		X
Calentamiento de piscinas		X
Aire acondicionado	x	
Calefacción de viviendas		X

B. Aprovechamiento de energía fotovoltaica en parques a nivel mundial

En Holanda, el gobierno en alianza con el sector privado y las universidades, impulsa el proyecto denominado *solar road*. En esta iniciativa se implementan segmentos de 100m de senderos para bicicletas, en los que se disponen celdas solares de silicón contenidas en módulos de concreto, cubiertos por una capa de vidrio templado y un material que genera fricción para evitar accidentes. La energía generada puede alimentar hasta tres casas. El segmento aporta energía para potenciar alumbrado público, sistemas de tránsito, automóviles eléctricos, y viviendas (ver Fig.7) [2].

En Serbia, en el parque Tasmajdad de la ciudad de Belgrado, se instaló un cargador solar público para teléfonos móviles, bajo la iniciativa denominada *árbol*

*negro*. El cargador se concibió como un árbol artificial del parque, y, se construyó de acero. El árbol no solo presta un servicio público, sino que ofrece un espacio de sombra para disfrutar de la naturaleza (ver Fig.8) [3].



Fig.7. Panorámica de un sendero para bicicletas de la iniciativa “solar road” [2].



Fig.8. Panorámica del “árbol negro” instalado en el parque Tasmajdad de Belgrado, Serbia [3].

En México, en la localidad de Teolocholco Tlaxcala se construyó una cancha de fútbol potenciada totalmente con energía renovable. Lámparas LED potenciadas por módulos solares aportan la iluminación nocturna del espacio (ver Fig.9) [4].



Fig.9. Panorámica de una cancha de fútbol con iluminación LED potenciada por módulos solares en Teolocholco, México [4].

En México, en la localidad de Mexicali, en Baja California, un parque temático instruye a los visitantes en la utilización de energía renovable (eólica, solar fotovoltaica, solar térmica), demostrando el funcionamiento de hornos solares, calentadores solares, y, sistemas de iluminación potenciados por energía solar [5].

En Estados Unidos, en el Estado de Florida, en el parque Legoland, el segmento denominado *Imagination Zone* opera alimentado con energía fotovoltaica equivalente a 30 KW (ver Fig.10) [6].



**Fig.10.** Panorámica del sistema fotovoltaico que alimenta el segmento imagination zone del parque temático Legoland, Estados Unidos [6].

En Chile, la implementación de cámaras de seguridad potenciales por módulos solares ha permitido desplegar sistemas inalámbricos de seguridad sin las complicaciones de la provisión de (ver Fig.11) [7]



**Fig.11.** Sistema de video vigilancia inalámbrica energizada con paneles solares, Chile [7].

En China, la firma Himin Solar Energy Group oferta para espacios públicos, los denominados pabellones o paraguas solares. El espacio conjuga parasoles, módulos solares, y, sistemas de iluminación o de aire acondicionado. El pabellón solar puede ser empleado como punto de descanso o como escenario nocturno (ver Fig.12) [8].



**Fig.12.** Panorámica de un paraguas solar, China [8].

En Reino Unido, en la ciudad de Londres, la parada de autobús del puente de Waterloo dispone de pantallas de publicidad dinámica de Clear Channel, alimentadas con energía renovable. La energía se proviene de una kit Led Solar Zeta Specialist Lighting (ver Fig.13) [9]



**Fig.13.** Marquesina publicitaria alimentada con energía solar, Reino Unido [9].

### C. Sobre el aprovechamiento de energía fotovoltaica en espacios públicos a nivel nacional

En la provincia de Cañar, en la población de Juncal, opera un sistema fotovoltaico autónomo para iluminación de una cancha de fútbol. El sistema está conformado por 39 módulos fotovoltaicos de 175W, 12 baterías de gel con n descarga profunda y 800Ah, y, un sistema inversor-regulador [10].

En la provincia de Imbabura, en la ciudad de Ibarra se implementó un sistema de control de riego e iluminación para el parque de Ambuqui. El sistema consta de 48 módulos fotovoltaicos de 75W, 48 baterías de gel con descarga profunda y 800Ah, 46 luminarias LED, sistema de riego y control, soportes, y, alimentadores [10].

En la provincia de Napo, en la ciudad de Baeza se implementó un sistema fotovoltaico autónomo para iluminación de parques [11].

*D. A manera de propuesta para el aprovechamiento de energía solar en el PRJ*

Como resultado de la revisión de la línea base, el equipo de trabajo identificó como aplicable en el PRJ, un punto de información multimedia (PIM), desmontable, potenciado por energía solar (ver Fig.14), cuyo presupuesto referencial de implementación se muestra en la Tabla 2.



**Fig. 14.** Vista panorámica frontal del PIM potenciado por energía solar, propuesto para el uso en el PRJ. [Diseño de los autores]

En la Tabla 2 se presenta un presupuesto de inversión para el diseño e implementación del kiosco informativo desmontable turístico.

**VI. DISEÑO DE UN PUNTO DE INFORMACIÓN MULTIMEDIA POTENCIADO POR ENERGÍA SOLAR PARA EL PRJ, DE LA CIUDAD DE LOJA**

*A. Metodología de trabajo*

Para diseñar el PIM a utilizar en el PRJ, se decidió aplicar la metodología de trabajo mostrada en la Fig.15.

En la etapa de conceptualización, se establecerán los principales parámetros de operación del PIM. En el diseño básico se analizarán los aspectos fundamentales del diseño de la marquesina que albergará el PIM. En la etapa de diseño estructural se abordará la ingeniería del soporte estructural del PIM. Finalmente, en la etapa de diseño del sistema fotovoltaico se dimensionará los elementos constitutivos de la provisión solar de energía al PIM.

**Tabla 2.**

Presupuesto estimado para la implementación de un punto informativo multimedia potenciado por energía solar en el PRJ. Elaborado por los Autores

Unid.	Detalle	VU	Total, USD
<b>Módulos fotovoltaicos</b>			
3	Paneles fotovoltaico GMA Solar GMA 72-M 190W-72 monocristalino	407,55	1222,65
-	Estructura kiosko metálico, con láminas de policarbonato (2mx4mx2m), incluido mano de obra y muebles.	3500,00	3500,00
<b>Bloque de control</b>			
1	Inversor SUNNY BOY (SMA Sunny Boy 2000HF-US 240V)	2887,50	2887,50
3	Bateria (Ritar Power DC12-150, 12Vdc 150Ah)	396,00	1188,00
1	Regulador Steca Power Tarom 41 1	2000,00	2000,00
1	Aire acondicionado Tekno	160,00	160,00
<b>Pantallas LED</b>			
2	Pantalla de (1,2m x1.3m) 300W.	4500,00	13400,00
1	Procesador de video (Hdmi, SDi, Usb).	3500,00	3500,00
<b>Obra civil</b>			
3	Colocación de panel fotovoltaico	20,00	60,00
1	Instalación de regulador (Steca Power Tarom 4 110)	15,00	15,00
1	Instalación de inversor (SMA Sunny Boy 2000HF-US 240V)	15,00	15,00
4	Instalación de baterías	10,00	40,00
1	Instalación de aire acondicionado	15,00	15,00
1	Instalación del sistema eléctrico (Alimentación)	60,00	60,00
<b>Total</b>			<b>28063,15</b>

*A. Conceptualización*

A través de una lluvia de ideas, y, luego de analizar las limitantes técnicas y presupuestarias del proyecto, el equipo de trabajo decidió plantear al GADM de Loja, el diseño e implementación en el PRJ de un PIM como el mostrado en la Fig.16.



**Fig.15.** Metodología aplicada para el diseño del punto de información multimedia del PRJ. [Diseño de los autores]



**Fig.16.** Panorámica del PIM propuesto para el PRJ. [Diseño de los autores]

El PIM se albergará en una marquesita desmontable, construida con material resistente a la intemperie, pero liviano. Sobre la marquesina se ubicarán los módulos solares.

El PIM constará de 3 sectores: sector de atención personalizada, sector multimedia, y, sector de publicidad.

El *sector de atención personalizada* se ubica al centro del PIM, bajo la marquesina (ver Fig.17). Se plantea conformar un espacio confortable, equipado con una mesa plegable, sillas, una banca, y, estantes o soportes para exhibición. La iluminación interior del espacio será de tecnología LED, privilegiando luz blanca. En el espacio se contará con tomas de fuerza para alimentar al menos un par de computadores portátiles y otros dispositivos electrónicos de bajo consumo.



**Fig.17.** Detalle del sector de atención personalizada del PIM propuesto para el PRJ. [Diseño de los autores]

El sector multimedia está distribuido entre las caras exteriores de las 2 paredes laterales que soportan la marquesina (ver Fig.16). A cada lado del PIM se ubicará una pantalla LED y un sistema de audio, que permitirá la difusión de recursos audiovisuales. Las pantallas y los sistemas de audio estarán adecuadamente protegidos de los elementos, y de la actividad no deseada de los visitantes.

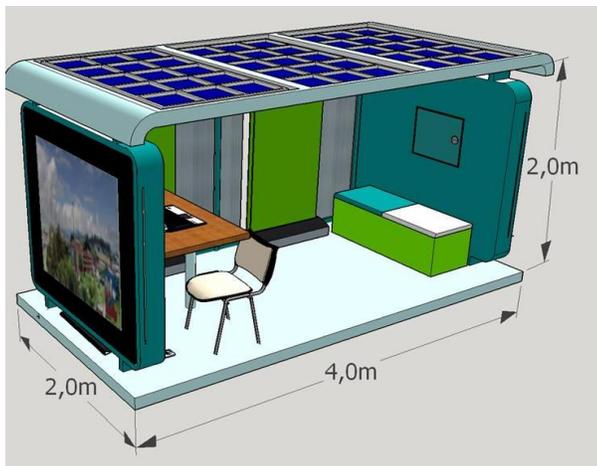
El sector de publicidad se ubica en la pared posterior del PIM (ver Fig.18). Se plantea la instalación de 2 equipos banner stands rotativos para optimizar el uso del espacio.

#### B. Diseño básico

El diseño básico del PIM se realizó utilizando los recursos del aplicativo Sketchup [12]. La Fig.19 muestra la geometría general del PIM.



**Fig.18.** Detalle del sector de publicidad del PIM propuesto para el PRJ. [Diseño de los autores]



**Fig.19.** Geometría general del PIM propuesto para el PRJ. [Diseño de los autores]

El PIM se proveerá de energía desde un sistema híbrido solar – red eléctrica pública. El componente fotovoltaico se alimentará desde 3 módulos ubicados sobre la marquesina, distribuidos en un área de 8 m<sup>2</sup> (ver Fig.20). La caja de equipos se ubicará en la parte interna derecha inferior del PIM (ver Fig. 21). En ella se instalarán baterías, regulador de carga, e, inversor (ver Fig.22).

Para la conmutación en el sistema híbrido de provisión de energía, se utilizará un relé de 3 estados. El relé y el tablero de distribución de los circuitos eléctricos se ubicarán en la parte interna izquierda superior del PIM (ver Fig. 23).



**Fig.20.** Ubicación de módulos fotovoltaicos sobre la marquesina del PIM. [Diseño de los autores]

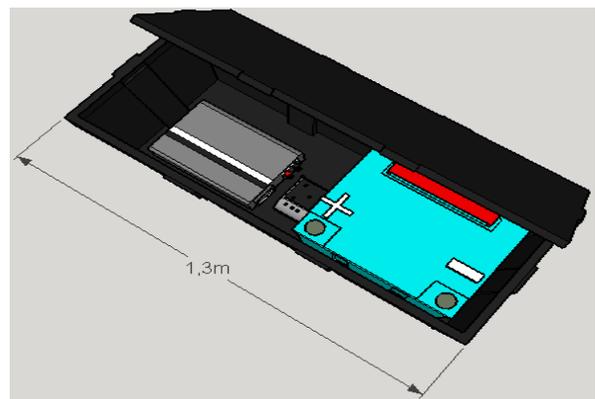
#### A. *Diseño estructural del PIM*

El diseño estructural del PIM se realizó a escala 1:1, observando las normas ISO sobre dibujo arquitectónico, se desarrolló utilizando los recursos de la plataforma AutoCAD [13].

Considerando las limitaciones de peso de la estructura, por el condicionante de portabilidad, la base del PIM, de 8 m<sup>2</sup> de área, se concibió ensamblada de perfiles rectangulares de aluminio y planchas de aluminio reforzado, sobre los que se ubica piso flotante (ver Fig.24). Los perfiles rectangulares facilitan el cableado eléctrico dentro del PIM.



**Fig.21.** Ubicación de la caja de equipos respecto al PIM. [Diseño de los autores]



**Fig.22.** Detalle de la caja de equipos. [Diseño de los autores]



**Fig.23.** Ubicación del relé de 3 estados y de la caja de distribución respecto al PIM. [Diseño de los autores]

Las paredes laterales del PIM se conforman de un marco de perfiles rectangulares de 10 cm, a fin de garantizar el portar el peso de la marquesina. Las paredes se completan con la colocación de vidrio.

La pared posterior del PIM se armará con láminas de policarbonato sostenidas en un marco construido con perfiles rectangulares de aluminio.

La marquesina superior estará conformada por perfiles rectangulares de aluminio y planchas de aluminio reforzadas. Se considerará la utilización de canales de aluminio para el desalojo de agua, en días de lluvia.

La Fig. 24 resume el diseño estructural completo del PIM, mientras que la Tabla 3 detalla el material propuesto para la construcción.

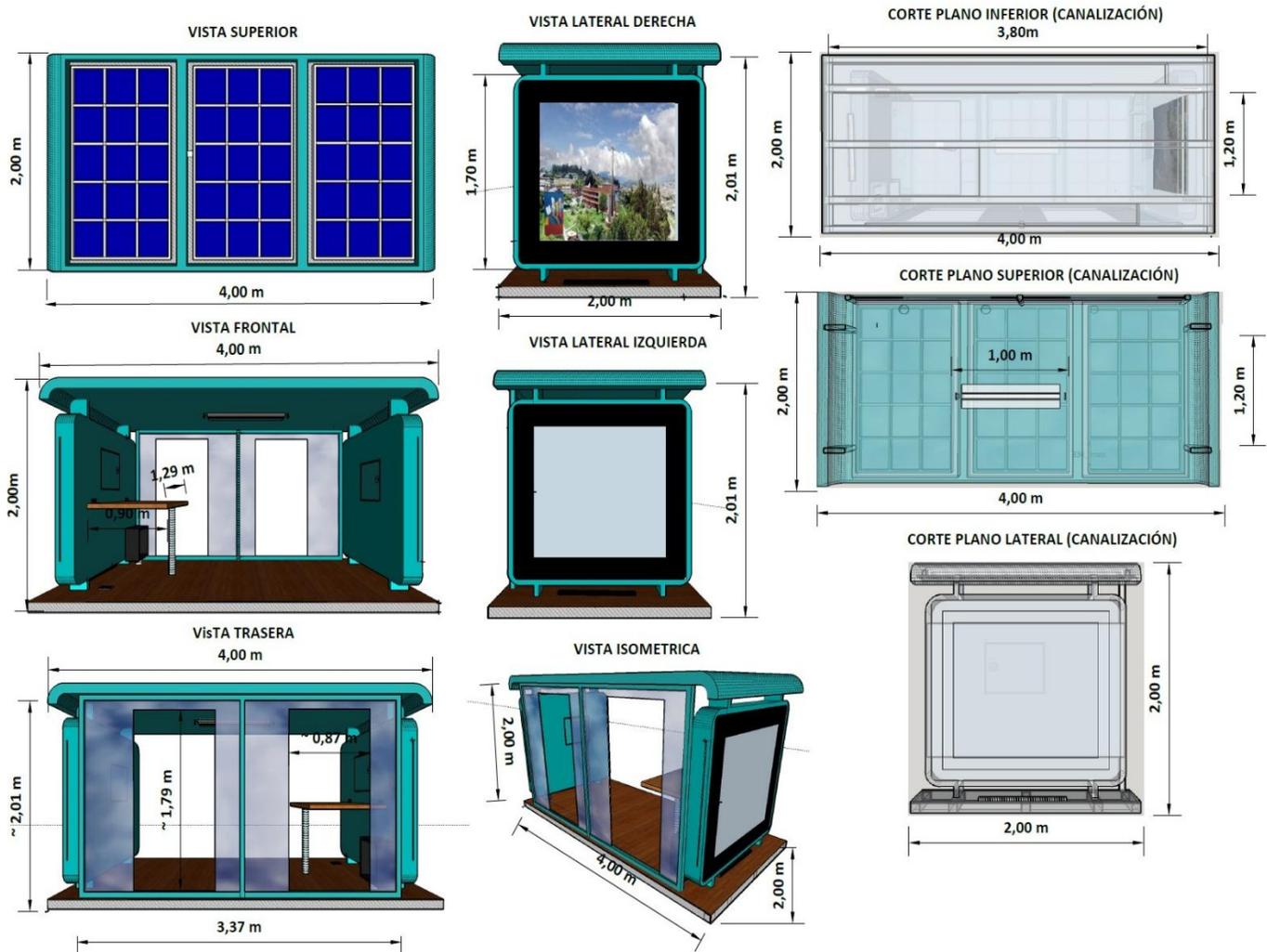


Fig.24. Diseño mecánico del PIM. [Diseño de los autores]

**Tabla 3.**

Materiales propuestos para la construcción del PIM [14]

Descripción	Cantidad
Perfil de Aluminio 1773 Cedral canales, 76,20 x 25,4 mm, longitud 6 m	6
Perfil de Aluminio 1026 Cedral Junquillo, 13,6 x 15 mm, longitud 6 m	6
Perfil de Aluminio 1808 Cedral Vertical, 48x 22,6 mm, longitud 6 m	4
Perfil de Aluminio 1809 Cedral Horizontal ,48x 22,6 mm, longitud 6 m	4
Perfil de Aluminio 23,79 Cedral esquineros 50,8 x 50,8 mm, longitud 6 m	4
Perfil de Aluminio 1016/1853 Cedral rectangular 38,1 x 50,8 mm, longitud 6 m	5
Perfil de Aluminio 1009/1507 Cedral rectangular 101,6 x 44,4 mm, longitud 6 m	5
Perfil de Aluminio 1280 Cedral cielo raso 12,7 x 25,4 mm, longitud 6 m	4
Perfil de Aluminio 1182 Cedral cielo raso 25,4x 25,4 mm, longitud 6 m	4
Ángulos de Aluminio Cedral 100 x 50 mm, longitud 6 m	20
Panel Reynobond Cedral 6172 x 1575 x 4 mm, facil de moldear	4
Planchas de Aluminio Cedral 1 x 2 m, espesores de 1,5 2 3 mm alta resistencia	5
Plancha policarbonato espesor 5mm, metros cuadrados	8
Piso flotante, metros cuadrados	8

*B. Diseño del componente fotovoltaico del sistema híbrido de provisión de energía al PIM*

El sistema híbrido de provisión de energía al PIM operará de acuerdo al diagrama de bloques mostrado en la Fig.25.

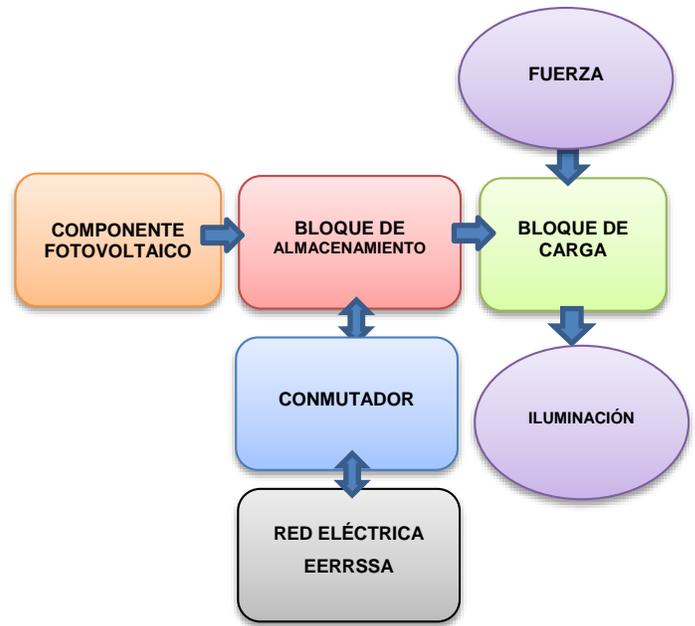
Aproximación de la demanda de energía

En función de la disponibilidad en el mercado local, y, considerando las limitaciones financieras, se decidió utilizar para la visualización de vídeos e imágenes, pantallas LED tipo full HD LG, de 11.5 mm, y de 1,07 m x 0.61 m (ver Tabla 4). [15]

Para la amplificación del audio generado en las pantallas, se utilizará 2 altavoces LG, cuyas características técnicas se presentan en la Tabla 5 [16].

Para iluminación se emplearán placas LED tipo LP14, de 14W cada una. [17]

Considerando otros equipos potencialmente utilizables en el PIM, se aproximó la demanda proyectada de energía (ver Tabla 6).



**Fig25.** Diagrama de bloques del sistema híbrido de provisión de energía al PIM. [Diseño de los autores]

**Tabla 4.**

Especificaciones técnicas de las pantallas LED Full HD Monitor [15].

Características	Valor
Alimentación, V	100-240
Consumo, W	85-120
Consumo de audio, W	27
Entradas, Usb, Dvi, Vga	N
Frecuencia, Hz	50 – 60

**Tabla 5.**

Especificaciones técnicas de los altavoces LG [16].

Características	Valor
Alimentación, V	24
Consumo, W	27
Potencia de salida en amplificador, W	320

**Tabla 6.**

Demanda de energía de las cargas a instalar en el PIM. [Diseño de los autores]

Carga	Unid.	Potencia, W	Horas de operación	Demanda, Wh/día
Pantallas LED	2	85	8	1360
Altavoces LG	2	27	8	432
Computador portátil	1	90	2	180
Caja de publicidad rotativa, motor baja potencia.	2	20	8	280
Luminaria LED Placas LP14	1	14	3	42
Carga máxima pico				2294
Carga máxima pico, considerando un 20% de pérdidas CA.				2753

### Dimensionamiento del bloque de almacenamiento

El bloque de almacenamiento estará compuesto por un regulador, un banco de baterías, y, un inversor.

El regulador impide que el banco de baterías se sobrecargue. La corriente máxima de trabajo del regulador se determinó en 26,52 A, utilizando la expresión (4). La tensión máxima que soporta el regulador se estimó en 115,29 V, empleando la expresión (5). Para este proyecto se decidió utilizar un regulador PHOCOS MPS serie 45 - 80, cuyas características técnicas se muestran en la Tabla 7 [18].

$$I_R = 1,05 \times I_{sc} \times N_p \quad (1)$$

En dónde,

$I_R$ , es la corriente máxima del regulador, A.  
 $I_{sc}$ , es la corriente de corto circuito del panel, A.  
 $N_p$ , es el número de paneles en paralelo.

$$V_R = 1,05 \times V_{oc} \times N_s \quad (2)$$

En dónde,

$V_R$ , es el voltaje máximo del regulador, V.  
 $V_{oc}$ , es el voltaje en circuito abierto del panel, V.  
 $N_s$ , es el número de paneles en serie.

**Tabla 7.**

Especificaciones técnicas del regulador PHOCOS MPS serie 45-80 [18].

Características	Valor
Voltaje nominal, V	12, 24, 48
Corriente Máxima del módulo, A	45, 80
Peso, Kg	1,1

El banco de baterías se dimensionó de acuerdo a la corriente total diaria y los días de reserva (ver expresión (3)). Para 2 días de reserva, la capacidad nominal del banco de baterías se determinó en 252.34 Ah. La capacidad corregida del banco de baterías (ver expresión (4)), con una profundidad de descarga de 0.8, se estimó en 315.42A. Se calculó el arreglo de baterías en serie y en paralelo en 1 (ver expresiones (5) y (6)), para una tensión CC nominal de la batería de 24V.

$$C_N = I_{cca} \times D_R \quad (3)$$

En dónde,

$C_N$ , es la capacidad nominal del banco de baterías, Ah.  
 $I_{cca}$ , es la intensidad de corriente diaria corregida A.  
 $D_R$ , es el número de días de reserva.

$$C_C = \frac{C_N}{P_D} \quad (4)$$

En dónde,

$C_C$ , es la capacidad corregida del banco de baterías, Ah.  
 $C_{NZ}$  es la capacidad nominal del banco de baterías, Ah.

$P_D$ , es la profundidad de descarga de las baterías.

$$N_{bs} = \frac{C_s}{C_b} \quad (5)$$

En dónde,

$N_{bs}$ , es el número de baterías en serie.  
 $C_s$ , es la capacidad de carga del sistema, Ah.  
 $C_b$ , es la capacidad de carga de la batería, Ah.

$$N_{bp} = \frac{C_s}{C_b} \quad (6)$$

En dónde,

$N_{bp}$ , es el número de baterías en paralelo.  
 $C_s$ , es la capacidad de carga del sistema, Ah.  
 $C_b$ , es la capacidad de carga de la batería, Ah.

Para este proyecto se decidió utilizar una batería PLENERGY 300 Ah de litio, cuyas características técnicas se detallan en la Tabla 8 [19].

**Tabla 8.**

Especificaciones técnicas de la batería PLENERGY 300 Ah [19].

Características	Valor
Voltaje , V	24
Capacidad, Ah	300
Profundidad de descarga, %	80
Vida útil, años	25

La carga máxima pico del inversor se calculó en 1360 Wh/día, para una tensión de salida estimada de 230V. En este proyecto se utilizará un inversor tipo AJ 2400 – 24, cuyas características técnicas se muestran en la Tabla 9 [20].

**Tabla 9.**

Especificaciones técnicas del inversor AJ 2400 – 24 [20].

Características	Valor
Potencia máxima de CC, W	2000
Pico de Potencia, W	4000
Voltaje CA de salida, V	230 +/- 10%
Frecuencia CA de salida, Hz	60, 50 +/- 5%
Eficiencia máxima %	94
Rango de voltaje CC de entrada, V	21 – 40

En calidad de conmutador se utilizará un magneto de 2 posiciones mantenidas, de 2 contactos abiertos, cuyas características técnicas se muestran en la Tabla 10 [21].

**Tabla 10.**

Especificaciones técnicas del conmutador magnético. [21]

Características	Valor
Intensidad de corriente nominal, A	10
Intensidad de corriente pico, A	4.5
Voltaje máxima de trabajo, V	220
Eficiencia máxima %	94
Resistencia de contacto (MΩ)	50

### Dimensionamiento del Bloque fotovoltaico

En este apartado se utilizó la metodología recomendada por el CONELEC [22]. La demanda de energía consumida se determinó en 2523.4Wh/día, considerando la potencia diaria consumida, tanto en CC como en CA (ver Tabla 6), y, un factor de pérdida del 10%.

La corriente de los módulos fotovoltaicos, originalmente calculada en 105.14 Ah (ver expresión (7)), se estimó en 126.168 Ah, considerando un factor de seguridad de pérdidas de 1.2.

$$I_{cc} = \frac{CT_{cc}}{V_{cc}} \quad (7)$$

En dónde,

$I_{cc}$ , es la intensidad de corriente diaria Ah.  
 $CT_{cc}$ , es la carga en corriente continua Wh/día  
 $V_{cc}$ , es el voltaje de panel fotovoltaico V.

La corriente pico  $I_p$  se calculó en 26.29 A, considerando que la radiación solar en el medio es del orden de los 4,8kWh/m [11] (ver expresión (8)).

$$I_p = \frac{I_{cca}}{I_{ccm}} \quad (8)$$

En dónde,

$I_p$ , es la corriente pico del sistema Ah.  
 $I_{cca}$ , es la intensidad de corriente diaria Ah.  
 $I_{ccm}$ , es la radiación solar media Wh/m<sup>2</sup>/día.

El número requerido de módulos fotovoltaicos se aproximó en 3, considerando la corriente pico de los módulos potencialmente utilizables, empleando la ecuación (9). Para este proyecto se decidió utilizar módulos fotovoltaicos de 230 W, marca SIMAX, cuyas características técnicas se muestran en la Tabla 11 [23].

$$N_p = \frac{I_p}{I_{pm}} \quad (9)$$

En dónde,

$N_p$ , es el número de paneles solares.  
 $I_p$ , es la corriente pico del sistema Ah.  
 $I_{pm}$ , es la corriente pico del módulo.

**Tabla 11.**

Especificaciones técnicas de los módulos fotovoltaicos SIMAX 230W 30V [23].

Características	Valor
Potencia máxima (Pmax), W	230
Voltaje máximo (Vmp), V	29,5
Corriente máxima (Imp)	7,8
Voltaje de circuito abierto (Voc), V	36,6
Corriente en corto circuito (Isc), A	8,42

La Fig.12 muestra el diagrama unifilar de conexión de los dispositivos del bloque de alimentación del PIM.

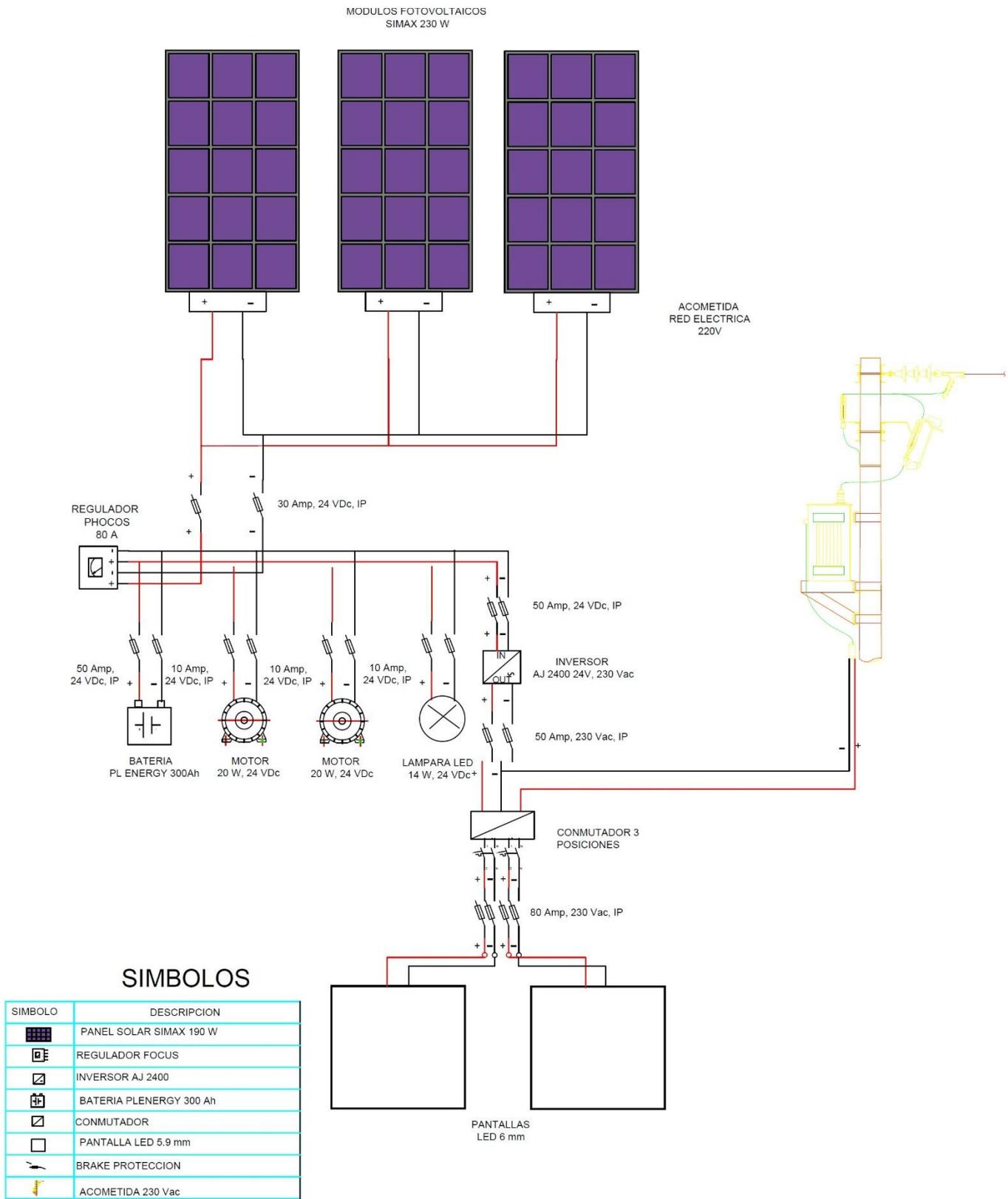
### E. Presupuesto de inversión.

La Tabla 12 muestra un resumen de la inversión requerida para implementar el PIM.

**Tabla 12.**

Presupuesto de inversión del punto de información multimedia turístico. [Diseño de autores]

Unid.	Detalle	VU	Total, USD
<b>Módulos fotovoltaicos</b>			
3	Paneles fotovoltaico SIMAX 190 W mono cristalino	340,00	1020,00
-	Estructura del PIM, con láminas de policarbonato (2mx4mx2m), incluido mano de obra y muebles.	3500,00	3500,00
<b>Bloque de almacenamiento</b>			
1	Inversor AJ 2400 - 24	1756,00	1756,00
1	Batería PL ENERGY (300Ah)	2999,00	2999,00
1	Regulador Phocos MPS (45 – 80 A)	183,00	183,00
1	Conmutador 3 posiciones 2 contactos abiertos (NA)	5,00	5,00
<b>Pantallas LED</b>			
2	Monitor LG FULL HD (1,07m x 0,61m) 85W.	2250,00	4500,00
2	Altavoces LG 320W de salida.	200,000	400,000
1	Luminaria LED placas LP14-14W	50,00	50,00
<b>Banner Publicitario</b>			
2	Motor de 20w, DC 24V	100	200,00
<b>Obra civil</b>			
3	Colocación de panel fotovoltaico	20,00	60,00
1	Instalación de regulador (Steca Power Tarom 4110)	15,00	15,00
1	Instalación de inversor (SMA Sunny Boy 2000HF-US 240V)	15,00	15,00
4	Instalación de baterías	10,00	40,00
1	Instalación de aire acondicionado	15,00	15,00
1	Instalación del sistema eléctrico (Alimentación)	60,00	60,00
<b>Total</b>			<b>14818,00</b>



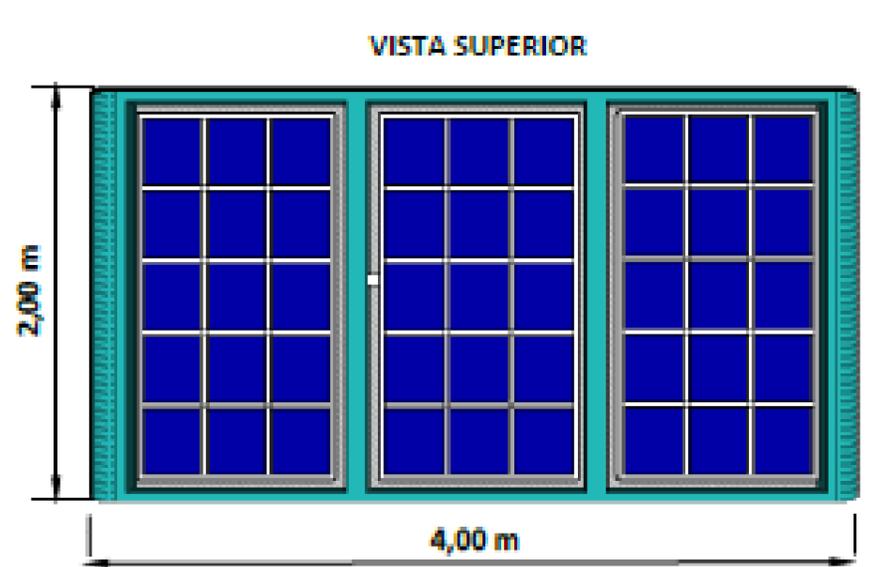
**Fig.12.** Diagrama unifilar de conexiones en el bloque de alimentación del PIM. [Diseño de los autores]

## VII. CONCLUSIONES

- Con una extensión de 10 Ha, el PRJ se constituye en uno de los principales centros de recreación de la ciudad de Loja.
- Por las características del PRJ, se han calificado como potencialmente utilizables al menos 3 fuentes renovables de energía en su territorio: solar, humana, y, biomasa.
- Los resultados obtenidos muestran la factibilidad técnica de implementar en el PRJ, un Punto de Información Multimedia potenciado por un sistema híbrido de provisión de energía solar – red pública.

## VIII. REFERENCIAS

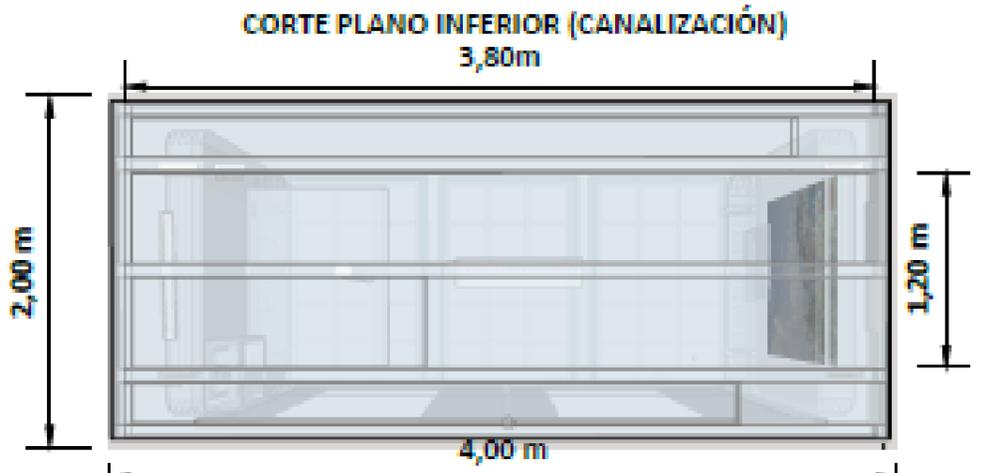
- [1] CONELEC “Atlas solar”. [Online]. Disponible en: [http://www.conelec.gob.ec/archivos\\_articulo/Atlas.pdf](http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf) [Consulta de 10 de Noviembre 2014]
- [2] Benito, Lucila. “Holanda tiene la primer ciclo via solar”. [Online]. Disponible en: <http://www.labioguia.com/holanda-tiene-la-primer-ciclovia-solar/> [Consulta de 1de Diciembre 2014]
- [3] Gardinetti, Marcelo. “Árbol Negro”. [Online]. Disponible en: <http://tecnne.com/urbanismo/equipamiento-urbano-urbanismo/black-tree/> [Consulta de 14 de Diciembre 2014]
- [4] Indisect. “Lamparas Solares led en cancha de futbol Teolocholco Tlaxcala”. [Online]. Disponible en: <http://www.indisect.com/portfolio-view/lampara-solares-led-en-cancha-de-futbol-rapido-en-teolocholco-tlaxcala/> [Consulta de 8 de Diciembre 2014]
- [5] Angulo, Cesar. “Parque Tematico de las energias alternas en Mexicali”. [Online]. Disponible en: <http://www.bionero.org/educacion-ambiental/parque-tematico-de-la-energias-alternas-en-mexicali> [Consulta de 27 de Diciembre 2014]
- [6] Energias Renovables. “El primer parque tematico alimentado con fotovoltaica”. [Online]. Disponible en: <http://www.energias-renovables.com/articulo/el-primer-parque-tematico-alimentado-con-fotovoltaica-20140422> [Consulta de 26 de Diciembre 2014]
- [7] “Video vigilancia inalámbrica energizada con paneles solares en sector público”, Chile. [Online]. Disponible en: <http://www.redoxchile.cl/node/11> [Consulta de 8 de Enero 2014]
- [8] “Paraguas de energía solar de emisión cero”. [Online]. Disponible en: <http://himinsolarpv.es/4-rotating-cool-umbrella.html> [Consulta de 7 de Enero 2014]
- [9] “Marquesina con publicidad dinámica alimentada con energía sostenible”. [Online]. Disponible en: <http://www.digitalavmagazine.com/2014/10/08/clear-channel-instala-en-londres-una-marquesina-con-publicidad-dinamica-alimentada-con-energia-sostenible>. [Consulta de 10 de Enero 2014]
- [10] ENERPRO “Energia solar fotovoltaica” [Online]. Disponible en: <http://www.enerpro.com.ec/index.php/es/energias-renovables/solar-fotovoltaica> [Consulta de 15 de Diciembre 2014]
- [11] RENOVAENERGIA. “Iluminacion publica Baeza”. [Online]. Disponible en: [http://www.renova-energia.com/energia\\_renovable/galeria.html](http://www.renova-energia.com/energia_renovable/galeria.html) [Consulta de 16 de Diciembre 2014]
- [12] Trimble Building “Sketchup”, [Online]. Disponible en: <http://www.sketchup.com/es/download> [Consulta de 10 de Diciembre 2014]
- [13] Autodesk “AutoCAD” [Online]. Disponible en: <http://www.autodesk.es/products/autocad/free-trial> [Consulta de 15 de Enero 2015]
- [14] CEDAL “Materiales del diseño estructural”. [Online]. Disponible en: [http://www.cedal.com.ec/cedal\\_arquitecto.php](http://www.cedal.com.ec/cedal_arquitecto.php) [Consulta de 7 de Febrero 2015]
- [15] LG “Monitor LG, LED FULL HD”. [Online Disponible en: <http://www.lg.com/us/commercial/led-backlit-monitors/lg-47WS50BS-B> [Consulta de 2 de Abril 2015]
- [16] LG “Altavoz LG, 320 W”, [Online]. Disponible en: <http://www.lg.com/uk/speakers-sound-systems/lg-NB3540> [Consulta de 2 de Abril 2015]
- [17] PROVIENTO SA. “Luminaria LED placas P1416”. [Online]. Disponible en : [http://www.proviento.com.ec/index\\_panelessolares.html](http://www.proviento.com.ec/index_panelessolares.html) [Consulta de 17 de Marzo 2015]
- [18] Ingenieria Verde, “Regulador PHOCOS”. [Online]. Disponible en: <http://www.ingenieriaverde.org/wp-content/uploads/2013/12/switch-modular-de-potencia-phocos-mps-45-.pdf> [Consulta de 17 de Marzo 2015]
- [19] PLENERGY, “24v 300ah lifepo4 Battery Pack”. [Online]. Disponible en: <http://www.plenergy.com/content/?1044.html> [Consulta de 17 de Marzo 2015]
- [20] Ingenieria Verde, “Inversor AJ 2400 - 24”. [Online]. Disponible en: <http://www.ingenieriaverde.org/wp-content/uploads/2013/12/Studer-Innotec-AJ.pdf> [Consulta de 17 de Marzo 2015]
- [21] EEINSSA, “Selector electrico 3 posiciones”. [Online]. Disponible en: <http://www.eeinsa.com/5.php> [Consulta de 27 de Marzo 2015]
- [22] CONELEC, “Atlas solar”. [Online]. Disponible en: [http://www.conelec.gob.ec/archivos\\_articulo/Atlas.pdf](http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf) [Consulta de 27 de Noviembre 2014]
- [23] PROVIENTO SA. “MODULO SOLAR SIMAX”. [Online]. Disponible en: <http://www.proviento.com.ec/> [Consulta de 17 de Marzo 2015]



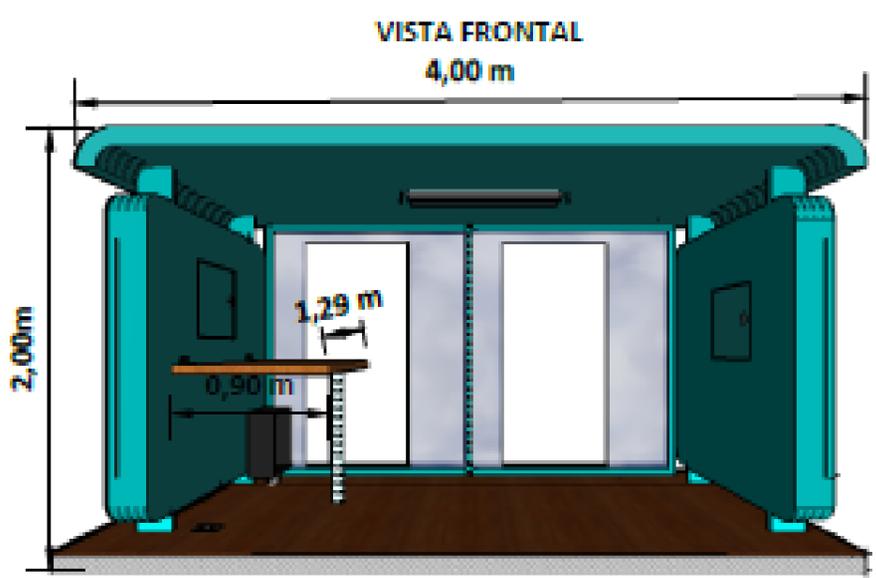
VISTA SUPERIOR



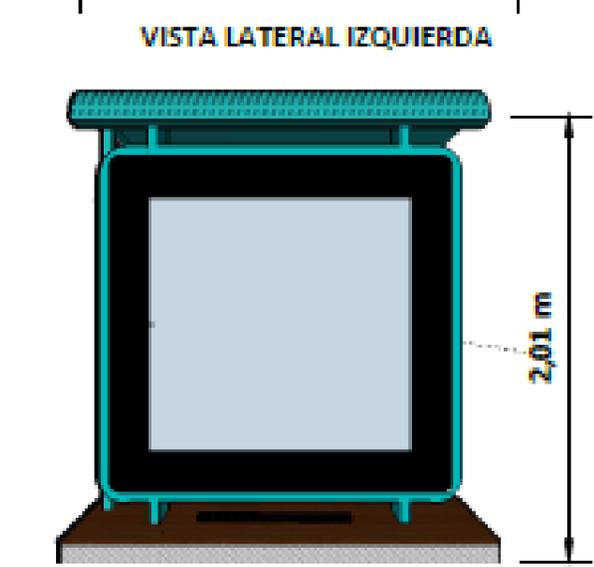
VISTA LATERAL DERECHA



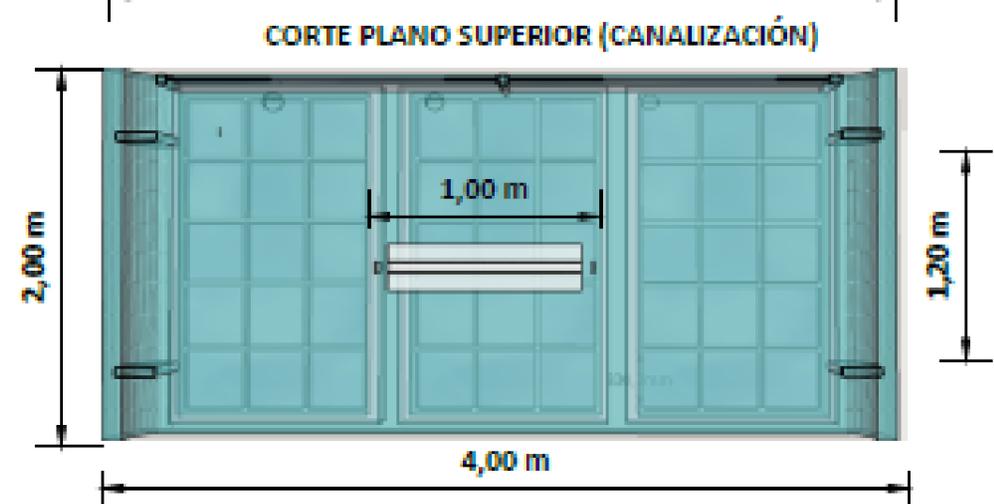
CORTE PLANO INFERIOR (CANALIZACIÓN)  
3,80m



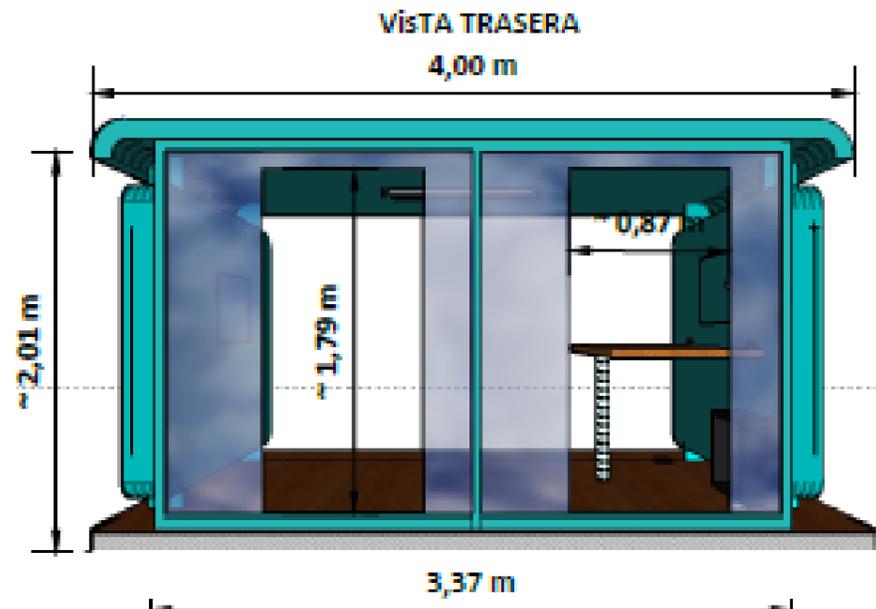
VISTA FRONTAL  
4,00 m



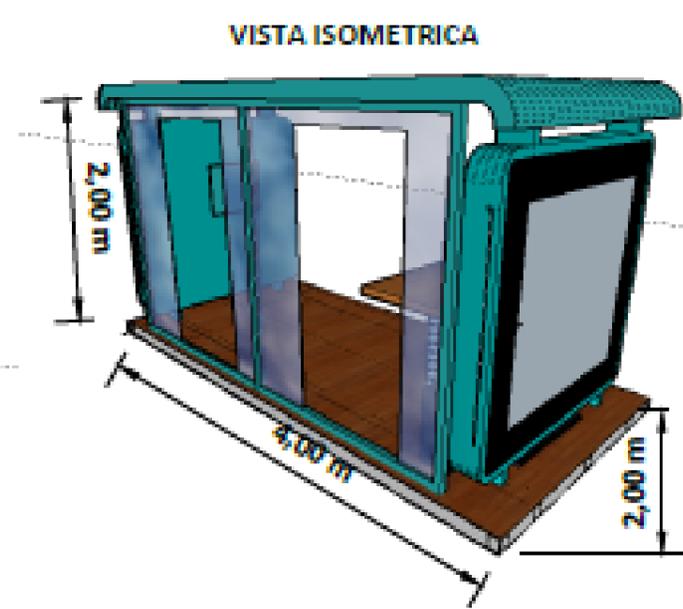
VISTA LATERAL IZQUIERDA



CORTE PLANO SUPERIOR (CANALIZACIÓN)

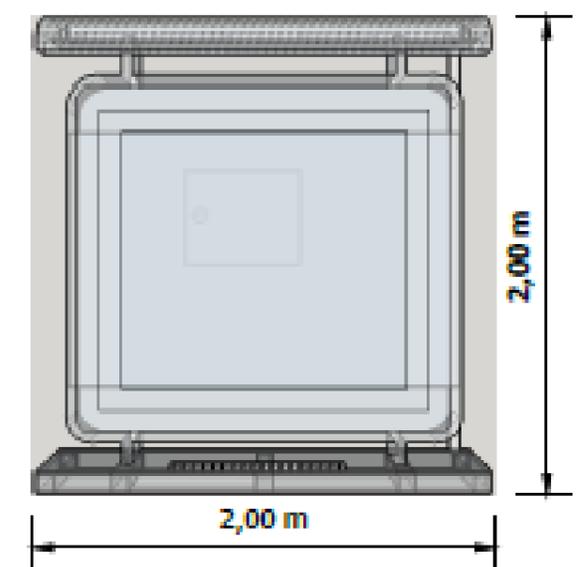


VISTA TRASERA  
4,00 m

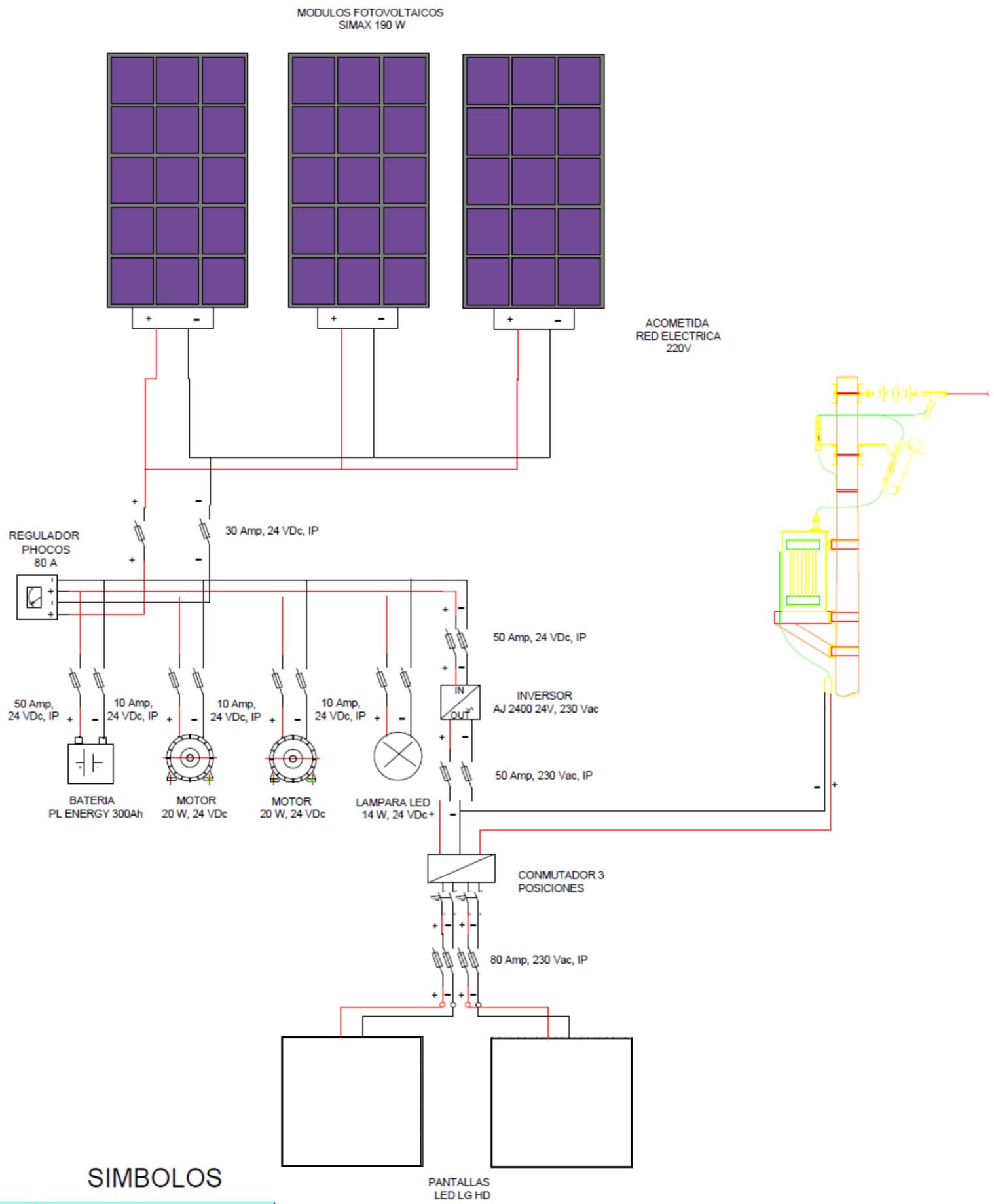


VISTA ISOMETRICA

CORTE PLANO LATERAL (CANALIZACIÓN)



	Contiene: Diseño de un punto de información multimedia, vistas 3D		Fecha: 19-04-2015
			Escala: 1:1
			Hoja: 1
UTPL	Diseño: Lilibeth Briceño	Javier Gálvez	



### SIMBOLOS

SIMBOLO	DESCRIPCION
	PANEL SOLAR SIMAX 190 W
	REGULADOR FOCUS
	INVERSOR AJ 2400
	BATERIA PLENERGY 300 Ah
	CONMUTADOR
	PANTALLA LED LG HD
	BRAKE PROTECCION
	ACOMETIDA 230 Vac

	Contiene: Diagrama unifilar de conexiones electricas	Fecha: 20/03/2015
		Escala: 1:1
		Hoja: 1
UTPL	Diseño: Lilibeth Briceño    Javier Gálvez	